

# projetista de máquinas

## ATALHO PARA O INDICE

ENGº IND. MEC. FRANCESCO PROVENZA – CREA Nº 11.838/D

Ex-Orientador Técnico dos Cursos Profissionais e do Ginásio Industrial  
"Pro-Tec", Superintendente de Projetos da General Motors do Brasil,  
Prof.Ass. da Fac. Eng. Ind. da PUCSP, Prof. Contr. da Univ. Mackenzie  
e Prof. Regente da Escola de Eng. Mauá.

**Edição 71ª** – completamente revisada, corrigida e AMPLIADA.

*Nenhuma parte deste livro poderá ser reproduzida sejam quais  
forem os meios empregados (mimeografia, xerox, datilografia, gravação,  
reprodução em disco ou em fita), sem a permissão por escrito da Editora.*

*Todos os direitos adquiridos e reservados  
a propriedade literária desta publicação pela*



**EDITORA F. PROVENZA**

R. Condessa de S. Joazeiro, 256 – CEP 01320 - S. Paulo - Brasil  
Fone: 270-0844/270-0083

*Impresso na Gráfica Angrese Ltda.*

**1990**

**CVRD**

**SUFET**

**ARQUIVO TÉCNICO 1 2 7 7**

## PRONTUÁRIO DO PROJETISTA DE MÁQUINAS



### 1º PREFÁCIO

• A experiência adquirida no exercício da minha profissão, no campo da Engenharia Industrial e no ensino do Desenho Mecânico e Projetos de Máquinas, aconselhou-me esta publicação que, sem pretensão alguma, quer ser um simples guia para os estudantes, um prontuário para os projetistas de máquinas e um auxílio para os professores, obrigados a gastar muito tempo e trabalho para a execução de desenhos mecânicos e compilação de tabelas. • As numerosas publicações deste tipo, apesar de possuírem indiscutíveis merecimentos, apresentam frequentemente o inconveniente de serem muito amplas, razão pela qual o estudante acaba não coordenando e utilizando convenientemente tôdas as noções e informações nela contidas. • Levando em consideração o grau de preparação dos estudantes, muitos dos quais iniciam os Cursos de Desenho de Máquinas sem possuir um mínimo de conhecimento de noções técnicas, achei de bom alvitre organizar este prontuário de tabelas elementares de cálculo e de desenho. • A característica básica desta publicação consiste na ilustração e exposição sinótica de normas e convenções para a fácil e imediata execução e interpretação de desenhos de máquinas; no resumo de fórmulas e relações para o cálculo rápido de elementos de máquinas e na colheita de características e dados técnicos de materiais para construções mecânicas em geral, de fácil aquisição no mercado brasileiro. • Agradeço sinceramente a todos os colaboradores que me auxiliaram a organizar e realizar esta publicação. • Se este trabalho fôr aceito como de utilidade, sentir-me-ei imensamente satisfeito e recompensado. • Francesco Provenza •

São Paulo, janeiro de 1960.

1ª Edição



A antiga publicação "Prontuário do Projetista de Máquinas" abrangia no seu conteúdo duas áreas: a de desenho mecânico e a de projetos de máquinas.

O progresso industrial e o avanço da tecnologia no Brasil obrigou-nos a rever, ampliar e adaptar às condições atuais a referida obra.

Desse trabalho resultaram dois livros:

**"Desenhista de Máquinas"**, constituído de noções práticas, concisas e completas para uma fácil, rápida e exata leitura, interpretação ou execução do desenho de elementos de máquinas.

**"Projetista de Máquinas"**, da qual o presente prefácio faz parte, constituído de tabelas, normas, fórmulas, relações, dados técnicos e características dos materiais para o cálculo rápido de elementos de máquinas.

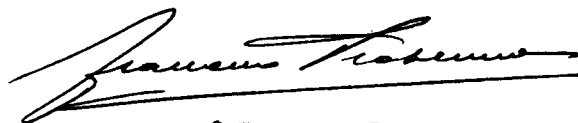
Estas publicações visam os mesmos objetivos do antigo prontuário, quais sejam, facilitar a árdua tarefa dos alunos e dos mestres na coleta de informações técnico-didáticas e representar uma fonte de consulta para os profissionais.

Nossa preocupação foi a de apresentar um trabalho elementar de fácil consulta e não uma obra-prima reservada apenas aos entendidos.

Ficaremos satisfeitos se conseguirmos alcançar estes objetivos.

Agradecemos a todos aqueles que participaram da realização dessa publicação, aos que formularem críticas, aos que apontarem as eventuais falhas e erros.

São Paulo, março de 1976.



Eng<sup>o</sup> Francesco Provenza

# 2º prefácio

PROJETISTA

Registrado na Biblioteca Nacional sob o nº 22569

É proibida toda e qualquer reprodução sem a devida autorização da Editora.

A experiência, a pesquisa e a dedicação ao magistério nos conduziram a esta publicação que, inegavelmente representa mais um tributo para o ensino e o progresso industrial do Brasil.

Realizamos uma obra clara e objetiva expondo com figuras tudo o que as simples palavras não teriam ilustrado suficientemente.

Forneceremos ao estudante noções práticas, concisas e completas para uma fácil, rápida e exata leitura, interpretação ou execução do desenho de máquinas.

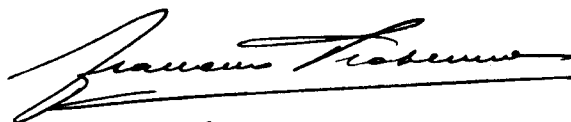
Propiciamos ao desenhista uma fonte de consultas para dirimir eventuais dúvidas e um compêndio de normas e convenções.

Facilitamos a tarefa dos professores, coletando trabalhos com características didático-profissionais.

Tornamos leve e agradável esta matéria que, como simples representação de elementos de máquinas, é bastante árida.

Agradecemos a todos aqueles que participaram na realização desta publicação, aos que apontarem as eventuais falhas e erros.

São Paulo, outubro de 1972.



Eng<sup>o</sup> Francesco Provenza

## 2º prefácio

DESENHISTA

Registrado na Biblioteca Nacional sob o nº 22570

É proibida toda e qualquer reprodução sem a devida autorização da Escola "PRO-TEC".

POLEGADAS	DECIMAIS DE POLEGADAS	MILIMETROS	POLEGADAS	DECIMAIS DE POLEGADAS	MILIMETROS
$\frac{1}{64}$	• 015625	0.397	$\frac{33}{64}$	• 515625	13.097
$\frac{1}{32}$	• 03125	0.794	$\frac{17}{32}$	• 53125	13.494
$\frac{3}{64}$	• 046875	1.191	$\frac{35}{64}$	• 546875	13.891
$\frac{1}{16}$	• 0625	1.588	$\frac{9}{16}$	• 5625	14.287
$\frac{5}{64}$	• 078125	1.985	$\frac{37}{64}$	• 578125	14.684
$\frac{3}{32}$	• 09375	2.381	$\frac{19}{32}$	• 59375	15.081
$\frac{7}{64}$	• 109375	2.778	$\frac{39}{64}$	• 609375	15.478
$\frac{1}{8}$	• 125	3.175	$\frac{5}{8}$	• 625	15.875
$\frac{9}{64}$	• 140625	3.572	$\frac{41}{64}$	• 640625	16.272
$\frac{5}{32}$	• 15625	3.969	$\frac{21}{32}$	• 65625	16.669
$\frac{11}{64}$	• 171875	4.366	$\frac{43}{64}$	• 671875	17.065
$\frac{3}{16}$	• 1875	4.762	$\frac{45}{64}$	• 6875	17.462
$\frac{13}{64}$	• 203125	5.159	$\frac{47}{64}$	• 703125	17.859
$\frac{7}{32}$	• 21875	5.556	$\frac{23}{32}$	• 71875	18.256
$\frac{15}{64}$	• 234375	5.953	$\frac{49}{64}$	• 734375	18.653
$\frac{1}{4}$	• 25	6.350	$\frac{3}{4}$	• 75	19.050
$\frac{17}{64}$	• 265625	6.747	$\frac{25}{32}$	• 765625	19.447
$\frac{9}{32}$	• 28125	7.144	$\frac{51}{64}$	• 78125	19.843
$\frac{19}{64}$	• 296875	7.541	$\frac{53}{64}$	• 796875	20.240
$\frac{5}{16}$	• 3125	7.937	$\frac{55}{64}$	• 8125	20.637
$\frac{21}{64}$	• 328125	8.334	$\frac{57}{64}$	• 828125	21.034
$\frac{11}{32}$	• 34375	8.731	$\frac{59}{64}$	• 84375	21.430
$\frac{23}{64}$	• 359375	9.128	$\frac{61}{64}$	• 859375	21.827
$\frac{3}{8}$	• 375	9.525	$\frac{63}{64}$	• 875	22.225
$\frac{25}{64}$	• 390625	9.922	$\frac{7}{8}$	• 890625	22.621
$\frac{27}{64}$	• 40625	10.319	$\frac{29}{32}$	• 90625	23.018
$\frac{29}{64}$	• 421875	10.716	$\frac{59}{64}$	• 921875	23.415
$\frac{13}{32}$	• 4375	11.113	$\frac{61}{64}$	• 9375	23.812
$\frac{7}{16}$	• 453125	11.510	$\frac{63}{64}$	• 953125	24.209
$\frac{15}{32}$	• 46875	11.906	$\frac{31}{32}$	• 96875	24.606
$\frac{31}{64}$	• 484375	12.303	$\frac{1}{2}$	• 984375	25.003
$\frac{1}{2}$	• 5	12.700	$\frac{1}{2}$	1.	25.400

# 1

## tabelas de conversão de unidades

abreviaturas

fatores de conversão

conversão de unidades

# ABREVIATURAS E SÍMBOLOS DE UNIDADES

## COMPRIMENTO

km	quilômetro
hm	hectômetro
dam	decâmetro
m	metro
dm	decímetro
cm	centímetro
mm	milímetro
$\mu$	micron
yd.	jarda (yard)
ft.	pé (feet)
in.	polegada (inch)
naut. mile	milha marítima
mile	milha terrestre
chain	cadeia
rod	vara
fathom	braça

## MASSA E PESO

t	tonelada métrica
kg	quilograma
dag	decagrama
g	grama
mg	miligramma
quilate	quilate
ton (long)	tonelada longa
ton (short)	tonelada curta
lb.	libra avoirdupois (pound)
lb. (troy)	libra troy
oz. (av.)	onça avoirdupois
oz. (troy)	onça troy
grain (av.)	grão avoirdupois
grain (troy)	grão troy
dram	dram
dwt.	pennyweight
stone	stone
quarter (US)	quarter US
quarter (Engl.)	quarter inglês

## ÁREA

km <sup>2</sup>	quilômetro quadrado
hm <sup>2</sup>	hectômetro quadrado
dam <sup>2</sup>	decâmetro quadrado
m <sup>2</sup>	metro quadrado
dm <sup>2</sup>	decímetro quadrado
cm <sup>2</sup>	centímetro quadrado
mm <sup>2</sup>	milímetro quadrado
ha	hectare
are	are
ca	centiare
sq. mile	milha quadrada
acre	acre
sq. rod	vara quadrada
sq. yd.	jarda quadrada
sq. ft.	pé quadrado
sq. in.	polegada quadrada
cir. mil	circular mil

## FORÇA

dina	dina
sth	esteno
g	grama força
N	newton
kg	quilograma força
t	tonelada força
poundal	poundal

## DENSIDADE

g/cm <sup>3</sup>	grama por cm <sup>3</sup>
kg/dm <sup>3</sup>	quilograma por dm <sup>3</sup>
kg/m <sup>3</sup>	quilograma por m <sup>3</sup>
t/m <sup>3</sup>	tonelada por m <sup>3</sup>
lb/gal	libra por galão
ton./cu. yd.	ton. por jarda cúbica
ton./cu. ft.	ton. por pé cúbico
lb./cu. ft.	libra por pé cúbico
lb./cu. in.	libra por pol. cúbica

## VOLUME

m <sup>3</sup>	metro cúbico
dm <sup>3</sup>	decímetro cúbico
mm <sup>3</sup>	milímetro cúbico
hl	hectolitro
l	litro
ml	mililitro
acre feet	acre feet
cu. yd.	jarda cúbica
cu. ft.	pé cúbico
cu. in.	polegada cúbica
gal. (dry)	galão seco, US
gal.	galão líquido, US
gal. (Imp.)	galão inglês
bushel	bushel
pint (US)	pint líquido, US
pint (Engl.)	pint líquido, inglês
quarter (Engl.)	quarter inglês
quart (Engl.)	quart inglês
quart (liq. US)	quart líquido, US
quart (dry, US)	quart seco, US
bbl.	barril (barrel)
oz. (liq. Engl.)	onça fluida, inglesa
oz. (liq. US)	onça fluida, US

## PRESSÃO

Torr	Torricelli
atm	atmosfera
b	bar
mb	milibar
m H <sub>2</sub> O	metro de coluna d'água
mm Hg	mm de coluna de mercúrio
kg/cm <sup>2</sup>	quilograma por cm <sup>2</sup>
lb./sq. ft.	libra por pé quadrado
lb./sq. in. ou p.s.i.	libra por pol. quadrada
oz./sq. ft.	onça por pé quadrado
oz./sq. in.	onça por pol. quadrada
in. Hg	polegada de mercúrio
in. water	polegada de água

## TEMPO

h .....	hora
min .....	minuto
seg .....	segundo
yr .....	ano (year)
mo .....	mês (month)
day .....	dia
sec .....	segundo (second)

## VELOCIDADE

km/h .....	quilômetro por hora
m/seg .....	metro por segundo
cm/seg .....	centímetro por seg.
m/min .....	metro por minuto
nó .....	nó
mile/h .....	milha por hora
mile/min .....	milha por minuto
ft./h. ....	pé por hora
ft./min. ....	pé por minuto
ft./sec. ....	pé por segundo

## ACELERAÇÃO

m/seg <sup>2</sup> .....	metro por seg <sup>2</sup>
cm/seg <sup>2</sup> .....	centímetro por seg <sup>2</sup>
km/h/seg .....	quilômetro por h por seg.
mile/h/sec. ....	milha por h por seg.
ft./sec/sec. ....	pé por seg <sup>2</sup>

## VAZÃO

m <sup>3</sup> /h .....	metro cúb. por hora
l/h .....	litro por hora
l/min .....	litro por minuto
cu.ft./sec. ....	pé cúbico por segundo
gal./sec. ....	galão por segundo

## POTÊNCIA

CV .....	cavalo vapor
kcal/seg .....	quilocaloria por segundo
kgm/seg .....	quilogrametro por seg.
poncelet .....	poncelet
Mw .....	megawatt
kw .....	quilowatt
w .....	watt
j/seg .....	joule por segundo
HP .....	horse power
PS .....	pferdestärke
ft. lb./sec. ....	libra-pé por segundo
BTU/sec. ....	BTU por segundo

## TRABALHO, ENERGIA, CALOR

kcal .....	quilocaloria
cal .....	caloria
erg .....	erg
j .....	joule
kgm .....	quilogrametro
kwh .....	quilowatt-hora
wh .....	watt-hora
ws .....	watt-segundo
atm.l .....	atmosfera-litro
CVh .....	cavalo vapor-hora
HP h .....	HP hora
ft. lb. ....	pé-libra
in. lb. ....	polegada-libra
BTU .....	British Thermal Unit

## ÂNGULO

gr .....	grado
( ° ) .....	grau
( ' ) .....	minuto
( " ) .....	segundo
r .....	ângulo reto
rad .....	radiano

## VELOCIDADE ANGULAR

rad/seg .....	radiano por segundo
rpm .....	rotação por minuto
rps .....	rotação por segundo
hz .....	hertz

## TEMPERATURA

°C .....	grau centígrado
°F .....	grau Fahrenheit
°R .....	grau Reaumur
°K .....	grau Kelvin

## ELETRICIDADE

A .....	ampere
mA .....	miliampere
Ah .....	ampere-hora
kV .....	quilovolt
V .....	volt
Ω .....	ohm
MΩ .....	megaohm
F .....	farad
μF .....	microfarad
VA .....	volt-ampere
kVA .....	quilovolt-ampere
H .....	henry

## MÚLTIPLO E SUBMÚLTIPLO

M .....	mega = 10 <sup>6</sup>
k .....	quilo = 10 <sup>3</sup>
h .....	hecto = 10 <sup>2</sup>
da .....	deca = 10
d .....	deci = 10 <sup>-1</sup>
c .....	centi = 10 <sup>-2</sup>
m .....	mili = 10 <sup>-3</sup>
μ .....	micro = 10 <sup>-6</sup>
n .....	nano = 10 <sup>-9</sup>
p .....	pico = 10 <sup>-12</sup>

# FATORES DE CONVERSÃO

Multiplique	por	para obter
acre .....	40,4686	are
acre .....	43560	sq.ft.
atm .....	76	cm Hg
atm .....	1,03323	kg/cm <sup>2</sup>
atm .....	14,696	lb./sq. in.
bbl. ....	42	gal.
bar .....	10 <sup>6</sup>	dina/cm <sup>2</sup>
bar .....	1000	mb
bar .....	75,006	cm Hg
BTU .....	0,252	kcal
BTU .....	777,98	ft. lb.
BTU .....	12,96	ft. lb./sec.
BTU/min .....	0,02356	HP
BTU/min .....	17,57	w
BTU/sq. ft. ....	2,713	kcal/m <sup>2</sup>
bushel (Engl) .....	36,37	litros
bushel (US) .....	35,2393	litros
CV .....	41,83	BTU/min
CV .....	542,47	ft. lb. /sec.
CV .....	10,54	kcal/min
CV .....	0,7355	kw
centiare .....	1	m <sup>2</sup>
cm .....	0,3937	in.
cm/seg .....	1,969	ft./min
cm/seg .....	0,6	m/min
cm/seg .....	0,02237	mile/h
chain .....	20,1168	m
cm <sup>2</sup> .....	0,1550	sq.in.
cm <sup>3</sup> .....	2,642 x 10 <sup>-4</sup>	gal.
cm <sup>3</sup> .....	10 <sup>-3</sup>	litro
cm <sup>3</sup> .....	10 <sup>-6</sup>	m <sup>3</sup>
cu. ft. ....	1728	cu. in.
cu. ft. ....	0,028317	m <sup>3</sup>
cu. ft. ....	7,48055	gal.
cu. ft. ....	28,3170	litro
cu. ft. ....	28317,0	cm <sup>3</sup>
cu. ft. ....	60	pint (US)
cu. ft./HP .....	0,0279	m <sup>3</sup> /CV

Multiplique	por	para obter
cu. ft. /min .....	472,0	cm <sup>3</sup> /seg
cu. ft. /min .....	0,4720	litro/seg
cu. ft. /min .....	62,4283	lb. H <sub>2</sub> O/min
cu. ft. /sec. ....	448,831	gal. /min
cu. in. ....	16,387	cm <sup>3</sup>
cu. in. ....	0,000016	m <sup>3</sup>
cu. in. ....	0,0005787	cu. ft.
cu. in. ....	0,01639	litro
cu. in. ....	0,03463	pint (US)
cu. yd. ....	27	cu. ft.
cu. yd. ....	0,764553	m <sup>3</sup>
cu. yd. ....	201,974	gal.
cu. yd. ....	764559	cm <sup>3</sup>
cu. yd. ....	46,656	cu. in.
cu. yd. ....	764,559	litros
cu. yd. ....	1616	pint (US)
cu. yd./min .....	0,45	cu. ft./sec.
cu. yd./min .....	3,36	gal./sec.
cu. yd./min .....	12,74	litros/seg
decagrama .....	10	g
decalitro .....	10	litros
decâmetro .....	10	m
dram .....	1,771845	g
dram .....	27,34375	grain
dram .....	0,0625	oz.(av.)
dina .....	2,248 x 10 <sup>-6</sup>	lb.
dwt. (troy) .....	1,5552	g
dwt. (troy) .....	24	grain (troy)
dwt. (troy) .....	0,05	oz. (troy)
erg .....	7,378 x 10 <sup>-8</sup>	ft. lb.
fathom .....	1,8288	m
fathom .....	6	ft.
ft. ....	30,480	cm
ft. ....	12	in.
ft. ....	0,30480	m
ft. ....	0,3333	yd.

Multiplique	por	para obter
ft./min .....	0,01667	ft./sec.
ft./min .....	0,1136	mile/h
ft./sec. ....	1,09728	km/h
ft./sec. ....	0,59209	nó
ft./sec. ....	0,68182	mile/h
ft./sec. ....	30,480	cm/seg
ft./sec. ....	0,30480	m/seg
ft./sec. ....	18,2880	m/min
ft./sec. ....	0,01136	mile/min
ft./sec./sec. ....	30,480	cm/seg <sup>2</sup>
ft./sec./sec. ....	0,30480	m/seg <sup>2</sup>
ft. lb. ....	0,001284	BTU
ft. lb. ....	5,05 x 10 <sup>-7</sup>	HP
ft. lb. ....	3,239 x 10 <sup>-4</sup>	kcal
ft. lb./min .....	0,01667	ft. lb./ sec.
ft. lb./min .....	3,239 x 10 <sup>-4</sup>	kcal/min
ft. lb./min .....	2,259 x 10 <sup>-5</sup>	kw
ft. lb./min .....	3,030 x 10 <sup>-5</sup>	HP
ft. lb./min .....	1,284 x 10 <sup>-3</sup>	BTU/min
ft. lb./sec. ....	0,0771	BTU/min
ft. lb./sec. ....	0,01945	kcal/min
ft. lb./sec. ....	0,001818	HP
ft. lb./sec. ....	0,001355	kw
foot-candle .....	10,7639	lux
furlong .....	201,168	m
gal. (Imp.) .....	1,201	gal.
gal. (Imp.) .....	4,5459	litros
gal. (Imp.) .....	277,4	cu. in.
gal./min .....	2,228 x 10 <sup>-3</sup>	cu. ft./sec.
gal./min .....	0,06308	litro/seg
gal./min .....	8,0208	cu. ft./h
gal. ....	0,1337	cu. ft.
gal. ....	231	cu. in.
gal. ....	3,7854	litros
gal. (dry) .....	4,40492	litros
gal. (dry) .....	0,83267	gal. (Imp.)
gal. (dry) .....	1,16365	gal.



Multiplique	por	para obter
gill .....	0,14206	litro
gill .....	0,25	pint (Engl.)
grain (av.) .....	0,065	g
grain (troy) .....	0,06480	g
grain (troy) .....	$2,0833 \times 10^{-3}$	oz. (troy)
g .....	15,43	grain
g .....	$2,2046 \times 10^{-3}$	lb.
g .....	0,035274	oz. (av.)
g .....	0,032150	oz. (troy)
g/cm .....	$5,600 \times 10^{-3}$	lb./in.
g/cm <sup>3</sup> .....	62,4283	lb./cu. ft.
g/cm <sup>3</sup> .....	0,03613	lb./cu. in.
g/cm <sup>3</sup> .....	1000	kg/m <sup>3</sup>
g/litro .....	58,417	grains/gal.
g/litro .....	8,345	lb./gal.
g/litro .....	0,062428	lb./cu. ft.
grau (ângulo) .....	0,01745	rad
grau (ângulo) .....	60	min
grau (ângulo) .....	3600	seg
grau/seg .....	0,01745	rad/seg
grau/seg .....	0,1667	rpm
grau/seg .....	0,002778	rps
hectare .....	2,47104	acre
hectare .....	107639	sq. ft.
hl .....	100	litros
HP .....	42,44	BTU/min
HP .....	550	ft. lb./sec.
HP .....	1,013872	CV
HP .....	10,70	kcal/min
HP .....	0,74570	kw
HP .....	33,00	ft. lb./min
HP .....	745,70	w
HP (boiler) .....	9,803	kw
HPH .....	$1,98 \times 10^6$	ft. lb.
HPH .....	273745	kgm
HPH .....	0,745700	kwh
HPH .....	2545,06	BTU
HPH .....	641,464	kcal

Multiplique	por	para obter
in. ....	2,540	cm
in. lb. ....	0,0115	kgm
in. Hg .....	0,03342	atm
in. Hg .....	70,7310	lb./sq. ft.
in. Hg .....	0,49119	lb./sq. in.
in. water .....	0,002458	atm
in. water .....	0,07355	in. Hg
in. water .....	25,40	kg/m <sup>2</sup>
in. water .....	5,202	lb./sq. ft.
in. water .....	0,03613	lb./sq. in.
kcal .....	3,96758	BTU
kcal .....	3086,70	ft. lb.
kcal .....	426,7521	kgm
kcal .....	0,00155894	HPH
kcal .....	0,00116250	kwh
kcal/m <sup>2</sup> .....	0,369	BTU/sq. ft.
kcal/m <sup>3</sup> .....	0,1124	BTU/cu. ft.
kcal/min .....	0,09351	HP
kcal/min .....	51,43	ft. lb./sec.
kg .....	980,665	dina
kg .....	2,20462	lb.
kg/m .....	0,67197	lb./ft.
kg/m .....	2,01591	lb./yd.
kg/m .....	0,0003	t/ft.
kg/km .....	3,548	lb./mile
kg/cm <sup>2</sup> .....	14,2234	lb./sq. in.
kg/mm <sup>2</sup> .....	0,635	ton(long)/sq. in.
kg/m <sup>2</sup> .....	0,204817	lb./sq. ft.
kg/m <sup>2</sup> .....	$1,422 \times 10^{-3}$	lb./sq. in.
kg/m <sup>2</sup> .....	$9,6778 \times 10^{-5}$	atm
kg/m <sup>3</sup> .....	0,06243	lb./cu. ft.
kg/litro .....	8,3	lb./gal.
kg/CV .....	2,235	lb./HP
kl .....	10 <sup>3</sup>	litros
km .....	3280,83	ft.
km .....	0,53959	naut. mile
km .....	0,62137	mile

Multiplique	por	para obter
km .....	1093,61	yd.
km/h .....	0,91134	ft./sec.
km/h .....	0,53959	nó
km/h .....	0,62137	mile/h
km/h .....	0,27778	m/seg
km <sup>2</sup> .....	0,38610	sq. mile
kgm .....	7,23300	ft. lb.
kw .....	737,562	ft. lb./sec.
kw .....	56,92	BTU/min
kw .....	44268	ft. lb./min
kwh .....	3412,98	BTU
kwh .....	1,341022	HPH
kwh .....	860,217	kcal
litro .....	0,03531	cu. ft.
litro .....	61,0234	cu. in.
litro .....	0,26417	gal.
litro .....	2,113	pint (US)
litro .....	1,75980	pint (Engl.)
litro/m <sup>2</sup> .....	0,0247	gal./sq. ft.
litro/min .....	$5,886 \times 10^{-4}$	cu. ft./sec.
litro/min .....	$4,403 \times 10^{-3}$	gal./sec.
lb. ....	16	oz. (av.)
lb. ....	7000	grains (av.)
lb. ....	0,45359	kg
lb. ....	1,21528	lb. (troy)
lb. (troy) .....	5760	grains (troy)
lb. (troy) .....	12	oz. (troy)
lb. (troy) .....	373,24117	g
lb. (troy) .....	0,822857	lb.
lb. (troy) .....	13,1657	oz. (av.)
lb. (troy) .....	240	dwt. (troy)
lb./cu. ft. ....	0,01602	g/cm <sup>3</sup>
lb./cu. ft. ....	16,02	kg/m <sup>3</sup>
lb./cu. in. ....	27,6797	g/cm <sup>3</sup>
lb./cu. in. ....	27679,7	kg/m <sup>3</sup>
lb./cu. in. ....	1728	lb./cu. ft.
lb./HP .....	0,448	kg/CV
lb./gal. ....	0,12	kg/litro

Multiplique	por	para obter
lb./sq. in. ....	0,06804	atm
lb./sq. in. ....	2,03588	in. Hg
lb./sq. in. ....	703,06	kg/m <sup>2</sup>
lb./sq. in. ....	0,070306	kg/cm <sup>2</sup>
lb./sq. ft. ....	4,882	kg/m <sup>2</sup>
lb./ft. ....	1,48816	kg/m
lb./yd. ....	0,496054	kg/m
lb./mile ....	0,2818	kg/km
lux ....	0,0929	foot-candles
m ....	39,37	in.
m ....	3,280843	ft.
m ....	1,093614	yd.
m/min ....	3,28083	ft./min
m/min ....	0,05468	ft./sec.
m/min ....	0,06	km/h
m/min ....	0,03728	mile/h
m <sup>2</sup> ....	10,76393	sq. ft.
m <sup>2</sup> ....	1,195992	sq. yd.
m <sup>2</sup> /CV ....	10,913	sq. ft./HP
m/seg ....	3,28083	ft./sec.
m/seg ....	3,6	km/h
m/seg ....	2,23693	miles/h
m/seg ....	196,8498	ft./min
m/seg ....	0,06	km/min
m <sup>3</sup> ....	35,3166	cu. ft.
m <sup>3</sup> ....	1,308	cu. yd.
m <sup>3</sup> ....	264,17	gal.
m <sup>3</sup> ....	10 <sup>6</sup>	cm <sup>3</sup>
m <sup>3</sup> ....	61023,4	cu. in.
m <sup>3</sup> ....	1000	litros
m <sup>3</sup> ....	2113	pint (US)
m <sup>3</sup> ....	1057	quart (US)
m <sup>3</sup> /CV ....	35,80	cu. ft./HP
mile ....	5280	ft.
mile ....	1,60935	km
mile ....	1760	yd.
mile ....	0,86839	naut. mile
mile/h ....	0,44704	m/seg

Multiplique	por	para obter
mile/h ....	1,46667	ft./sec.
mile/h ....	1,60935	km/h
mile/h ....	0,86839	nó
mile/min ....	2682,24	cm/seg
mile/min ....	88	ft./sec.
mile/min ....	1,60935	km/min
mile/min ....	60	miles/h
nó ....	1,68894	ft./sec.
nó ....	1,85325	km/h
nó ....	1,15155	mile/h
nó ....	0,51479	m/seg
oz. (liq. US) ....	29,57	cm <sup>3</sup>
oz. (liq. Engl.) ....	28,41	cm <sup>3</sup>
oz. (troy) ....	480	grains (troy)
oz. (troy) ....	20	dwt. (troy)
oz. (troy) ....	0,08333	lb. (troy)
oz. (troy) ....	31,1035	g
oz. (av.) ....	16	drams
oz. (av.) ....	0,06250	lb.
oz. (av.) ....	437,5	grains (troy)
oz. (av.) ....	28,35	g
oz. (av.) ....	0,91146	oz. (troy)
oz. (av.)/sq. in. ....	0,0625	lb./sq. in.
pint (Engl.) ....	0,568245	litro
pint (US) ....	0,473164	litro
peck (Engl.) ....	9,092	litros
peck (US) ....	8,8096	litros
pennyweights ....	ver dwt.	
pound ....	ver lb.	
poundal ....	13,825525	dina
pole ....	5,0292	m
quarter (Engl.) ....	290,94164	litros
quarter (Engl.) ....	12,70	kg
quarter (US) ....	11,34	kg
quart (liq. US) ....	0,94636	litro

Multiplique	por	para obter
quart (dry US) ....	1,10123	litro
quart (Engl.) ....	1,136490	litro
rpm ....	0,1047	rad/seg
sq. ft. ....	929,0	cm <sup>2</sup>
sq. ft. ....	144	sq. in.
sq. ft. ....	0,09290	m <sup>2</sup>
sq. ft. ....	0,1111	sq. yd.
sq. ft./HP ....	916,27	cm <sup>2</sup> /CV
sq. in. ....	6,452	cm <sup>2</sup>
sq. mile ....	640	acres
sq. mile ....	2,590	km <sup>2</sup>
sq. yd. ....	9	sq. ft.
sq. yd. ....	0,83613	m <sup>2</sup>
stones ....	6350,297	g
ton (short) ....	2000	lb.
ton (short) ....	907,185	kg
ton (short) ....	0,90719	t
ton (long) ....	2240	lb.
ton (long) ....	1016,05	kg
t ....	1000	kg
t ....	2204,62	lb.
t ....	1,10231	ton (short)
t/m <sup>2</sup> ....	0,0914	ton (long)/sq. ft.
t/m <sup>2</sup> ....	0,823	ton (long)/sq. yd.
t/m <sup>3</sup> ....	0,752	ton (long)/cu. yd.
t·m ....	3,23	ft. ton (long)
ton (long)/ft. ....	3333,33	kg/m
ton (long)/yd. ....	1111,11	kg/m
ton (long)/sq. in. ....	1,575	kg/m <sup>2</sup>
ton (long)/sq. ft. ....	10,936	t/m <sup>2</sup>
ton (long)/sq. yd. ....	1,215	t/m <sup>2</sup>
ton (long)/cu. yd. ....	1,325	t/m <sup>3</sup>
yd. ....	3	ft.
yd. ....	0,91440	m



# UNIDADES NORTE-AMERICANAS

## POTÊNCIA

Obs.: 0,(4)505 = 0,0000505

1 kw = 1,3415 HP = 738 ft.lb./sec. = 44,268 ft.lb./min = 2656100 ft.lb./h = 0,948 BTU/sec. = 56,9 BTU/min = 3413 BTU/h  
1 HP = 0,7455 kw = 550 ft.lb./sec. = 33000 ft.lb./min = 1980000 ft.lb./h = 0,707 BTU/sec. = 42,4 BTU/min = 2544 BTU/h  
1 ft.lb./sec. = 0,001355 kw = 0,001818 HP = 60 ft.lb./min = 3600 ft.lb./h = 0,001284 BTU/sec. = 0,0771 BTU/min = 4,62 BTU/h  
1 ft.lb./min = 0,(4)2259 kw = 0,(4)303 HP = 0,01667 ft.lb./sec. = 60 ft.lb./h = 0,(4)2141 BTU/sec. = 0,001284 BTU/min = 0,0771 BTU/h  
1 ft.lb./h = 0,(6)376 kw = 0,(6)505 HP = 0,(3)278 ft.lb./sec. = 0,01667 ft.lb./min = 0,(6)357 BTU/sec. = 0,(4)2141 BTU/min = 0,001284 BTU/h  
1 BTU/sec. = 1,055 kw = 1,416 HP = 778 ft.lb./sec. = 46700 ft.lb./min = 2802000 ft.lb./h = 60 BTU/min = 3600 BTU/h  
1 BTU/min = 0,01759 kw = 0,02359 HP = 12,98 ft.lb./sec. = 778 ft.lb./min = 46700 ft.lb./h = 0,01667 BTU/sec. = 60 BTU/h  
1 BTU/h = 0,(3)2931 kw = 0,(3)3932 HP = 0,2163 ft.lb./sec. = 12,98 ft.lb./min = 778 ft.lb./h = 0,(3)2778 BTU/sec. = 0,01667 BTU/min

## COMPRIMENTO

1 in. = 0,0833 ft. = 0,0277 yd. = 0,0000158 miles  
1 ft. = 12 in. = 0,333 yd. = 0,000189 miles  
1 yd. = 36 in. = 3 ft. = 0,000568 miles  
1 mile = 63,360 in. = 5280 ft. = 1760 yd.

## VOLUME

1 cu.in. = 0,00433 gal. = 0,000579 cu.ft. = 0,0000214 cu.yd.  
1 gal. = 231 cu.in. = 0,1337 cu.ft. = 0,00495 cu.yd. = 0,(5)307 acre ft.  
1 cu.ft. = 1728 cu.in. = 7,48 gal. = 0,0370 cu.yd. = 0,0000230 acre ft.  
1 cu.yd. = 46656 cu.in. = 202,0 gal. = 27 cu.ft. = 0,000620 acre ft.  
1 acre ft. = 325800 gal. = 43560 cu.ft. = 1613 cu.yd.

1 in. water = 0,0833 ft. water = 0,0735 in. Hg = 0,577 oz./sq.in. = 83,1 oz./sq.ft. = 0,0361 lb./sq.in. = 5,20 lb./sq.ft.  
1 ft. water = 12 in. water = 0,882 in. Hg = 6,93 oz./sq.in. = 998 oz./sq.ft. = 0,433 lb./sq.in. = 62,4 lb./sq.ft.  
1 in. Hg = 13,61 in. water = 1,134 ft. water = 7,86 oz./sq.in. = 1131 oz./sq.ft. = 0,491 lb./sq.in. = 70,7 lb./sq.ft.  
1 oz./sq.in. = 1,732 in. water = 0,1443 ft. water = 0,1276 in. Hg = 144 oz./sq.ft. = 0,0625 lb./sq.in. = 9 lb./sq.ft.  
1 oz./sq.ft. = 0,01203 in. water = 0,001002 ft. water = 0,000884 in. Hg = 0,00694 oz./sq.in. = 0,000434 lb./sq.in. = 0,0625 lb./sq.ft.  
1 lb./sq.in. = 27,71 in. water = 2,31 ft. water = 2,04 in. Hg = 16 oz./sq.in. = 2304 oz./sq.ft. = 144 lb./sq.ft.  
1 lb./sq.ft. = 0,1924 in. water = 0,01604 ft. water = 0,01414 in. Hg = 0,1111 oz./sq.in. = 16 oz./sq.ft. = 0,00694 lb./sq.in.

## PRESSÃO

## VAZÃO

1 cu.ft./sec. = 60 cu.ft./min = 3600 cu.ft./h = 7,48 gal./sec. = 448,8 gal./min = 26,930 gal./h  
1 cu.ft./min = 0,01667 cu.ft./sec. = 60 cu.ft./h = 0,1247 gal./sec. = 7,48 gal./min = 448,8 gal./h  
1 cu.ft./h = 0,000278 cu.ft./sec. = 0,01667 cu.ft./min = 0,002078 gal./sec. = 0,1247 gal./min = 7,48 gal./h  
1 gal./sec. = 0,1337 cu.ft./sec. = 8,02 cu.ft./min = 481 cu.ft./h = 60 gal./min = 3600 gal./h  
1 gal./min = 0,002228 cu.ft./sec. = 0,1337 cu.ft./min = 8,02 cu.ft./h = 0,01667 gal./sec. = 60 gal./h  
1 gal./h = 0,(4)371 cu.ft./sec. = 0,002228 cu.ft./min = 0,1337 cu.ft./h = 0,(3)2778 gal./sec. = 0,01667 gal./min

## TEMPO

1 sec. = 0,01667 min = 0,(3)2778 h = 0,(4)1157 days = 0,(6)3805 month = 0,(7)317 year  
1 min = 60 sec. = 0,01667 h = 0,(3)694 days = 0,(4)228 month = 0,(5)1903 year  
1 h = 3600 sec. = 60 min = 0,0417 days = 0,001370 month = 0,(3)1142 year  
1 day = 86400 sec. = 1440 min = 24 h = 0,0329 month = 0,002740 year  
1 month = 2628000 sec. = 43800 min = 730 h = 30,4 days = 0,0833 year  
1 year = 31536000 sec. = 525600 min = 8760 h = 365 days = 12 month

## VELOCIDADE

1 ft./sec. = 60 ft./h = 3600 ft./h = 0,01136 mile/min = 0,682 mile/h  
1 ft./min = 0,01667 ft./sec. = 60 ft./h = 0,0001894 mile/min = 0,01136 mile/h  
1 ft./h = 0,(3)2778 ft./sec. = 0,01667 ft./min = 0,(5)316 mile/min = 0,(3)1894 mile/h  
1 mile/min = 88 ft./sec. = 5280 ft./min = 316800 ft./h = 60 mile/h  
1 mile/h = 1,467 ft./sec. = 88 ft./min = 5280 ft./h = 0,01667 mile/min

## DENSIDADE

1 lb./cu.in. = 1728 lb./cu.ft. = 0,864 ton./cu.ft. = 23,3 ton./cu.yd. = 231 lb./gal.  
1 lb./cu.ft. = 0,000579 lb./cu.in. = 0,000500 tons/cu.ft. = 0,0135 tons/cu.yd. = 0,1337 lb./gal.  
1 ton/cu.ft. = 1,157 lb./cu.in. = 2000 lb./cu.ft. = 27 tons/cu.yd. = 267 lb./gal.  
1 ton/cu.yd. = 0,0429 lb./cu.in. = 74,1 lb./cu.ft. = 0,0370 tons/cu.ft. = 9,90 lb./gal.  
1 lb./gal. = 0,00433 lb./cu.in. = 7,48 lb./cu.ft. = 0,00374 tons/cu.ft. = 0,1010 tons/cu.yd.

## TRABALHO, ENERGIA, CALOR

1 BTU = 9340 in.lb. = 778,3 ft.lb. = 0,0002930 kwh = 0,0003931 HPh  
1 in.lb. = 0,0001070 BTU = 0,0833 ft.lb. = 0,(7)3137 kwh = 0,(7)421 HPh  
1 ft.lb. = 0,001284 BTU = 12 in.lb. = 0,(6)376 kwh = 0,(6)505 HPh  
1 kwh = 3413 BTU = 31873000 in.lb. = 2656100 ft.lb. = 1,342 HPh  
1 HPh = 2544 BTU = 23760000 ft.lb. = 1980000 ft.lb. = 0,7455 kwh

## PESO

1 grain = 0,00229 oz. = 0,0001429 lb. = 0,(7)714 ton.  
1 oz. = 437,5 grains = 0,0625 lb. = 0,(4)3215 tons  
1 lb. = 7000 grains = 16 oz. = 0,000500 tons  
1 ton = 14000000 grains = 32000 oz. = 2000 lb.

## SUPERFÍCIE

1 cir.mil = 0,(6)785 sq.in.  
1 sq.in. = 1273200 cir.mil = 0,00694 sq.ft. = 0,000772 sq.yd.  
1 sq.ft. = 144 sq.in. = 0,1111 sq.yd. = 0,00002296 acres  
1 sq.yd. = 1296 sq.in. = 9 sq.ft. = 0,0002066 acres  
1 acre = 43560 sq.ft. = 4840 sq.yd.

# CONVERSÃO DE UNIDADES

## SUPERFÍCIE

## COMPRIMENTO

m	in.	ft.	yd.	rod	chain	mile	naut.mile	km
1	39,37	3,28083	1,09361	0,19884	0,04971	0,(3)6214	0,(3)5396	0,001
0,02540	1	0,08333	0,02778	0,(2)5051	0,(2)1263	0,(4)1578	0,(4)1371	0,(4)2540
0,30480	12	1	0,33333	0,06061	0,01515	0,(3)1894	0,(3)1645	0,(3)3048
0,91440	36	3	1	0,18182	0,04545	0,(3)5682	0,(3)4934	0,(3)9144
5,02921	198	16,5	5,5	1	0,25	0,(2)3125	0,(2)2714	0,(2)5029
20,1168	792	66	22	4	1	0,01250	0,01085	0,02012
1609,35	63360	5280	1760	320	80	1	0,86839	1,60935
1853,27	72962,5	6080,20	2026,73	368,497	92,1243	1,15155	1	1,85327
1000	39370	3280,83	1093,61	198,838	49,7096	0,62137	0,53959	1

m <sup>2</sup>	sq.in.	sq.ft.	sq.yd.	sq.rod	acre	hectare	sq.mile	km <sup>2</sup>
1	1550,00	10,7639	1,19599	0,03954	0,(3)2471	0,0001	0,(6)3861	0,000001
0,(3)6452	1	0,(2)6944	0,(3)7716	0,(4)2551	0,(6)1594	0,(7)6452	0,(9)2491	0,(9)6452
0,09290	144	1	0,11111	0,(2)3673	0,(4)2296	0,(5)9290	0,(7)3587	0,(7)9290
0,83613	1296	9	1	0,03306	0,(3)2066	0,(4)8361	0,(6)3228	0,(6)8361
25,2930	39204	272,25	30,25	1	0,00625	0,(2)2529	0,(5)9766	0,(4)2529
4046,87	6272640	43560	4840	160	1	0,40469	0,(2)1563	0,(2)4047
10000	15499969	107639	11959,9	395,366	2,47104	1	0,(2)3861	0,01
2589999	.....	27878400	3097600	102400	640	259,000	1	2,59000
1000000	.....	10763867	1195985	39536,6	247,104	100	0,38610	1

## VOLUME E CAPACIDADE

ℓ	cu.in.	cu.ft.	cu.yd.	quart (liq. US)	quart (dry. US)	gal.	gal. (dry)	bushel
1	61,0234	0,03531	0,(2)1308	1,05668	0,90808	0,26417	0,22702	0,02838
0,01639	1	0,(3)5787	0,(4)2143	0,01732	0,01488	0,(2)4329	0,(2)3720	0,(3)4650
28,3170	1728	1	0,03704	29,9221	25,7140	7,48055	6,42851	0,80356
764,559	46656	27	1	807,896	694,279	201,974	173,570	21,6962
0,94636	57,75	0,03342	0,(2)1238	1	0,85937	0,25	0,21484	0,02686
1,10123	67,2006	0,03889	0,(2)1440	1,16365	1	0,29091	0,25	0,03125
3,78543	231	0,13368	0,(2)4951	4	3,43747	1	0,85937	0,1074
4,40492	268,803	0,15556	0,(2)5761	4,65460	4	1,16365	1	0,1252
35,2393	2150,42	1,24446	0,04609	37,2368	32	9,30920	8	1

## MASSA E PESO

kg	grain (troy)	oz. (troy)	oz. (av.)	lb. (troy)	lb.	ton. (short)	ton. (long)	†
1	15432,4	32,1507	35,2740	2,67923	2,20462	0,(2)1102	0,(3)9842	0,001
0,(4)6480	1	0,(2)2083	0,(2)2286	0,(3)1736	0,(3)1429	0,(7)7143	0,(7)6378	0,(7)6480
0,03110	480	1	1,09714	0,08333	0,06857	0,(4)3429	0,(4)3061	0,(4)3110
0,02835	437,5	0,91146	1	0,07595	0,06250	0,(4)3125	0,(4)2790	0,(4)2835
0,37324	5760	12	13,1657	1	0,82286	0,(3)4114	0,(3)3674	0,(3)3732
0,45359	7000	14,5833	16	1,21528	1	0,00050	0,(3)4464	0,(3)4536
907,185	14000000	29166,7	32000	2430,56	2000	1	0,89286	0,90719
1016,05	15680000	32666,7	35840	2722,22	2240	1,12	1	1,01605
1000	15432356	32150,7	35274,0	2679,23	2204,62	1,10231	0,98421	1

## PRESSÃO

kg/cm <sup>2</sup>	lb./sq.in.	lb./sq.ft.	ton/sq.ft. (short)	atm	mm Hg	in. Hg	m H <sub>2</sub> O	ft. H <sub>2</sub> O
1	14,2234	2048,17	1,02408	0,96778	735,514	28,9572	10	32,8083
0,07031	1	144	0,07200	0,06804	51,7116	2,03588	0,70307	2,30665
0,(3)4882	0,(2)6944	1	0,00050	0,(3)4725	0,35911	0,01414	0,(2)4882	0,01602
0,97648	13,8889	2000	1	0,94502	718,216	28,2762	9,76482	32,0367
1,03329	14,6969	2116,35	1,05818	1	760	29,9212	10,3329	33,9006
0,(2)1360	0,01934	2,78468	1,(2)1392	0,(2)1316	1	0,03937	0,01360	0,04461
0,03453	0,49119	70,7310	0,03537	0,03342	25,4001	1	0,34534	1,13299
0,10	1,42234	204,817	0,10241	0,09678	73,5514	2,89572	1	3,28083
0,03048	0,43353	62,4283	0,03121	0,02950	22,4185	0,88262	0,30480	1

## DENSIDADE

g/cm <sup>3</sup>	lb./cu.in.	lb./cu.ft.	lb./cu.yd.	kg/m <sup>3</sup>	lb./bushel (US)	lb./gal. (dry, US)	lb./gal. (US)	kg/hectol.
1	0,03613	62,4283	1685,56	1000	77,6893	9,71116	8,34545	100
27,6797	1	1728	46656	27679,7	2150,42	268,803	231	2767,97
0,01602	0,(3)5787	1	27	16,0184	1,24446	0,15556	0,13368	1,60184
0,(3)5933	0,(4)2143	0,03704	1	0,59327	0,04609	0,(2)5762	0,(2)4951	0,05933
0,001	0,(4)3613	0,06243	1,68556	1	0,07769	0,(2)9711	0,(2)8345	0,10
0,01287	0,(3)4650	0,80356	21,6962	12,8718	1	0,125	0,10742	1,28718
0,10297	0,(2)3720	6,42851	173,570	102,974	8	1	0,85937	10,2974
0,11983	0,(2)4329	7,48052	201,974	119,826	9,30920	1,16365	1	11,9826
0,01	0,(3)3613	0,62428	16,8557	10	0,77689	0,09711	0,08345	1

## PESO LINEAR

g/cm	grain/in.	lb./in.	lb./ft.	lb./yd.	kg/m	ton./mile (short)	ton./mile (long)	t/km
1	39,1983	0,(2)5600	0,06720	0,20159	0,10	0,17740	0,15839	0,10
0,02551	1	0,(3)1429	0,(2)1714	0,(2)5143	0,(2)2551	0,(2)4526	0,(2)4041	0,(2)2551
178,579	7000	1	12	36	17,8579	31,6800	28,2857	17,8579
14,8816	583,333	0,08333	1	3	1,48816	2,64000	2,35714	1,48816
4,96054	194,444	0,02778	0,33333	1	0,49605	0,88000	0,78571	0,49605
10	391,983	0,05600	0,67197	2,01591	1	1,77400	1,58393	1
5,83698	220,960	0,03157	0,37879	1,13636	0,56370	1	0,89286	0,56370
6,31342	247,475	0,03535	0,42424	1,27273	0,63134	1,12	1	0,63134

## VELOCIDADE E ACELERAÇÃO

m/seg	ft./sec	mile/h	nós (US)	km/h	m/seg <sup>2</sup>	ft./sec./sec.	mile/h./sec.	km/h/seg
1	3,28083	2,23693	1,94254	3,6	.....	.....	.....	.....
0,30480	1	0,68182	0,59209	1,09728	.....	.....	.....	.....
0,44704	1,46667	1	0,86839	1,60935	.....	.....	.....	.....
0,51479	1,68894	1,15155	1	1,85325	.....	.....	.....	.....
0,27778	0,91134	0,62137	0,53959	1	.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....	.....	1	3,28083	2,23693	3,6
.....	.....	.....	.....	.....	0,30480	1	0,68182	1,09728
.....	.....	.....	.....	.....	0,44704	1,46667	1	1,60935
.....	.....	.....	.....	.....	0,27778	0,91134	0,62137	1

## POTÊNCIA

kgm/seg	ft. lb./seg	HP	CV	poncelet	kW	w	BTU/seg	kcal/seg
1	7,23300	0,013151	0,013333	0,010000	0,009807	9,80665	0,009297	0,002343
0,13825	1	0,001818	0,001843	0,001382	0,001356	1,35582	0,001285	0,(3)3240
76,0404	550,000	1	1,013872	0,760404	0,74570	745,70	0,706959	0,178184
75	542,475	0,986318	1	0,750000	0,735497	735,497	0,697286	0,175746
100	723,300	1,315091	1,333333	1	0,980665	980,665	0,929715	0,234328
101,972	737,562	1,341022	1,359624	1,019718	1	1000	0,948047	0,238949
0,10197	0,737562	0,001341	0,001359	0,001019	0,001000	1	0,(3)9480	0,(3)2389
107,560	777,980	1,414510	1,434132	1,075599	1,0548	1054,80	1	0,252043
426,752	3086,70	5,61218	5,690030	4,26752	4,18500	4185,00	3,96758	1

## TRABALHO, ENERGIA, CALOR

kgm	ft. lb.	HP.h	CV.h	poncelet-h	kWh	J	BTU	kcal
1	7,23300	0,(5)3653	0,(5)3704	0,(5)2778	0,(5)2724	9,80665	0,(2)9297	0,(2)2343
0,13825	1	0,(6)5050	0,(6)5121	0,(6)3840	0,(6)3766	1,355821	0,(2)1285	0,(3)3239
273,745	1980000	1	1,013872	0,760404	0,745700	2684525	2545,06	641,464
270,000	1952910	0,986318	1	0,750000	0,735497	2647796	2510,23	632,687
360,000	2603879	1,315091	1,333333	1	0,980665	3530394	3346,98	843,583
367,099	2655223	1,341022	1,359624	1,019718	1	3600000	3412,98	860,217
0,10197	0,737562	0,(6)3725	0,(6)3777	0,(6)2833	0,(6)2778	1	0,(3)9480	0,(3)2389
107,560	777,980	0,(3)3929	0,(3)3984	0,(3)2988	0,(3)2930	1054,800	1	0,252044
426,752	3086,70	0,(2)1559	0,(2)1581	0,(2)1185	0,(2)1162	4185,000	3,96758	1

## SISTEMA DECIMAL

### COMPRIMENTO

km	hm	dam	m	dm	cm	mm	km <sup>2</sup>	hm <sup>2</sup>	dam <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	dm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
1	10	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	.....	.....	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	.....	.....	.....
10 <sup>-1</sup>	1	10	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	.....	10 <sup>-2</sup>	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	.....	.....
10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	1	10	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-2</sup>	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>	.....
10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	1	10	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	.....	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-2</sup>	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup>
.....	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	1	10	10 <sup>2</sup>	.....	.....	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-2</sup>	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>
.....	.....	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	1	10	.....	.....	.....	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-2</sup>	1	10 <sup>2</sup>
.....	.....	.....	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	1	.....	.....	.....	.....	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-2</sup>	1

### SUPERFÍCIE

### VOLUME

### PESO

km <sup>3</sup>	hm <sup>3</sup>	dam <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	dm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	mm <sup>3</sup>	t	kg	dag	g	dg	cg	mg
1	10 <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>9</sup>	.....	.....	.....	1	10 <sup>3</sup>	.....	.....	.....	.....	.....
10 <sup>-3</sup>	1	10 <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>9</sup>	.....	.....	10 <sup>-3</sup>	1	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	.....	.....	.....
10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-3</sup>	1	10 <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>9</sup>	.....	.....	10 <sup>-2</sup>	1	10	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>
.....	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-3</sup>	1	10 <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>9</sup>	.....	.....	10 <sup>-1</sup>	1	10	10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>
.....	.....	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-3</sup>	1	10 <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup>	.....	.....	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	1	10	10 <sup>2</sup>
.....	.....	.....	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-3</sup>	1	10 <sup>3</sup>	.....	.....	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	1	10
.....	.....	.....	.....	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-3</sup>	1	.....	.....	.....	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	1

# CONVERSÃO DE POLEGADAS EM MILÍMETROS

FRAÇÕES	POLEGADAS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0,00	25,40	50,80	76,20	101,60	127,00	152,40	177,80	203,20	228,60	254,00
1/64	0,40	25,80	51,20	76,60	102,00	127,40	152,80	178,20	203,60	229,00	254,40
1/32	0,79	26,19	51,59	76,99	102,39	127,79	153,19	178,59	203,99	229,39	254,79
3/64	1,19	26,59	51,99	77,39	102,79	128,19	153,59	178,99	204,39	229,79	255,19
1/16	1,59	26,99	52,39	77,79	103,19	128,59	153,99	179,39	204,79	230,19	255,59
5/64	1,98	27,38	52,79	78,18	103,58	128,98	154,38	179,78	205,18	230,58	255,99
3/32	2,38	27,78	53,18	78,58	103,98	129,38	154,78	180,18	205,58	230,98	256,38
7/64	2,78	28,18	53,58	78,98	104,38	129,78	155,18	180,58	205,98	231,38	256,78
1/8	3,18	28,58	53,98	79,38	104,78	130,18	155,58	180,98	206,38	231,78	257,18
9/64	3,57	28,97	54,37	79,77	105,17	130,57	155,97	181,37	206,77	232,17	257,57
5/32	3,97	29,37	54,77	80,17	105,57	130,97	156,37	181,77	207,17	232,57	257,97
11/64	4,37	29,77	55,17	80,57	105,97	131,37	156,77	182,17	207,57	232,97	258,37
3/16	4,76	30,16	55,56	80,96	106,36	131,76	157,16	182,56	207,96	233,36	258,76
13/64	5,16	30,56	55,96	81,36	106,76	132,16	157,56	182,96	208,36	233,76	259,16
7/32	5,56	30,96	56,36	81,76	107,16	132,56	157,96	183,36	208,76	234,16	259,56
15/64	5,95	31,35	56,75	82,15	107,55	132,95	158,35	183,75	209,15	234,55	259,95
1/4	6,35	31,75	57,15	82,55	107,95	133,35	158,75	184,15	209,55	234,95	260,35
17/64	6,75	32,15	57,55	82,95	108,35	133,75	159,15	184,55	209,95	235,35	260,75
9/32	7,14	32,54	57,94	83,34	108,74	134,14	159,54	184,94	210,34	235,74	261,14
19/64	7,54	32,94	58,34	83,74	109,14	134,54	159,94	185,34	210,74	236,14	261,54
5/16	7,94	33,34	58,74	84,14	109,54	134,94	160,34	185,74	211,14	236,54	261,94
21/64	8,33	33,73	59,13	84,53	109,93	135,33	160,73	186,13	211,53	236,93	262,34
11/32	8,73	34,13	59,53	84,93	110,33	135,73	161,13	186,53	211,93	237,33	262,73
23/64	9,13	34,53	59,93	85,33	110,73	136,13	161,53	186,93	212,33	237,73	263,13
3/8	9,53	34,93	60,33	85,73	111,13	136,53	161,93	187,33	212,73	238,13	263,53
25/64	9,92	35,32	60,72	86,12	111,52	136,92	162,32	187,72	213,12	238,52	263,92
13/32	10,32	35,72	61,12	86,52	111,92	137,32	162,72	188,12	213,52	238,92	264,32
27/64	10,72	36,12	61,52	86,92	112,32	137,72	163,12	188,52	213,92	239,32	264,72
7/16	11,11	36,51	61,91	87,31	112,71	138,11	163,51	188,91	214,31	239,71	265,11
29/64	11,51	36,91	62,31	87,71	113,11	138,51	163,91	189,31	214,71	240,11	265,51
15/32	11,91	37,31	62,71	88,11	113,51	138,91	164,31	189,71	215,11	240,51	265,91
31/64	12,30	37,70	63,10	88,50	113,90	139,30	164,70	190,10	215,50	240,90	266,30

FRAÇÕES	POLEGADAS										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1/2	12,70	38,10	63,50	88,90	114,30	139,70	165,10	190,50	215,90	241,30	266,70
33/64	13,10	38,50	63,90	89,30	114,70	140,10	165,50	190,90	216,30	241,70	267,10
17/32	13,49	38,89	64,29	89,69	115,09	140,49	165,89	191,29	216,69	242,09	267,49
35/64	13,89	39,29	64,69	90,09	115,49	140,89	166,29	191,69	217,09	242,49	267,89
9/16	14,29	39,69	65,09	90,49	115,89	141,29	166,69	192,09	217,49	242,89	268,29
37/64	14,68	40,08	65,48	90,88	116,28	141,68	167,08	192,48	217,88	243,28	268,69
19/32	15,08	40,48	65,88	91,28	116,68	142,08	167,48	192,88	218,28	243,68	269,08
39/64	15,48	40,88	66,28	91,68	117,08	142,48	167,88	193,28	218,68	244,08	269,48
5/8	15,88	41,28	66,68	92,08	117,48	142,88	168,28	193,68	219,08	244,48	269,88
41/64	16,27	41,67	67,07	92,47	117,87	143,27	168,67	194,07	219,47	244,87	270,27
21/32	16,67	42,07	67,47	92,87	118,27	143,67	169,07	194,47	219,87	245,27	270,67
43/64	17,07	42,47	67,87	93,27	118,67	144,07	169,47	194,87	220,27	245,67	271,07
11/16	17,46	42,86	68,26	93,66	119,06	144,46	169,86	195,26	220,66	246,06	271,46
45/64	17,86	43,26	68,66	94,06	119,46	144,86	170,26	195,66	221,06	246,46	271,86
23/32	18,26	43,66	69,06	94,46	119,86	145,26	170,66	196,06	221,46	246,86	272,26
47/64	18,65	44,05	69,45	94,85	120,25	145,65	171,05	196,45	221,85	247,25	272,65
3/4	19,05	44,45	69,85	95,25	120,65	146,05	171,45	196,85	222,25	247,65	273,05
49/64	19,45	44,85	70,25	95,65	121,05	146,45	171,85	197,25	222,65	248,05	273,45
25/32	19,84	45,24	70,64	96,04	121,44	146,85	172,24	197,64	223,04	248,44	273,84
51/64	20,24	45,64	71,04	96,44	121,84	147,24	172,64	198,04	223,44	248,84	274,24
13/16	20,64	46,04	71,44	96,84	122,24	147,64	173,04	198,44	223,84	249,24	274,64
53/64	21,03	46,43	71,83	97,23	122,63	148,03	173,43	198,83	224,23	249,64	275,04
27/32	21,43	46,83	72,23	97,63	123,03	148,43	173,83	199,23	224,63	250,03	275,43
55/64	21,83	47,23	72,63	98,03	123,43	148,83	174,23	199,63	225,03	250,43	275,83
7/8	22,23	47,63	73,03	98,43	123,83	149,23	174,63	200,03	225,43	250,83	276,23
57/64	22,62	48,02	73,42	98,82	124,22	149,62	175,02	200,42	225,82	251,22	276,62
29/32	23,02	48,42	73,82	99,22	124,62	150,02	175,42	200,82	226,22	251,62	277,02
59/64	23,42	48,82	74,22	99,62	125,02	150,42	175,82	201,22	226,62	252,02	277,42
15/16	23,81	49,21	74,61	100,01	125,41	150,81	176,21	201,61	227,01	252,41	277,81
61/64	24,21	49,61	75,01	100,41	125,81	151,21	176,61	202,01	227,41	252,81	278,21
31/32	24,61	50,01	75,41	100,81	126,21	151,61	177,01	202,41	227,81	253,21	278,61
63/64	25,00	50,40	75,80	101,20	126,60	152,00	177,40	202,80	228,20	253,60	279,00

FRACÕES	POLEGADAS									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	279,40	304,80	330,20	355,60	381,00	406,40	431,80	457,20	482,60	508,00
1/64	279,80	305,20	330,60	356,00	381,40	406,80	432,20	457,60	483,00	508,40
1/32	280,19	305,59	330,99	356,39	381,79	407,19	432,59	457,99	483,39	508,80
3/64	280,59	305,99	331,39	356,79	382,19	407,59	432,99	458,39	483,79	509,10
1/16	280,99	306,39	331,79	357,19	382,59	407,99	433,39	458,79	484,19	509,59
5/64	281,39	306,79	332,19	357,59	382,99	408,39	433,79	459,19	484,59	509,99
3/32	281,78	307,18	332,58	357,98	383,38	408,78	434,18	459,58	484,98	510,38
7/64	282,18	307,58	332,98	358,38	383,78	409,18	434,58	459,98	485,38	510,78
1/8	282,58	307,98	333,38	358,78	384,18	409,58	434,98	480,38	485,78	511,18
9/64	282,97	308,37	333,77	359,17	384,57	409,97	435,37	480,77	486,17	511,57
5/32	283,37	308,77	334,17	359,57	384,97	410,37	435,77	481,17	486,57	511,97
11/64	283,77	309,17	334,57	359,97	385,37	410,77	436,17	481,57	486,97	512,37
3/16	284,16	309,56	334,96	360,36	385,76	411,16	436,56	481,96	487,36	512,76
13/64	284,56	309,96	335,36	360,76	386,16	411,56	436,96	482,36	487,76	513,16
7/32	284,96	310,36	335,76	361,16	386,56	411,96	437,36	482,76	488,16	513,56
15/64	285,35	310,75	336,15	361,55	386,95	412,35	437,75	483,15	488,55	513,95
1/4	285,75	311,15	336,55	361,95	387,35	412,75	438,15	483,55	488,95	514,35
17/64	286,15	311,55	336,95	362,35	387,75	413,15	438,55	483,95	489,35	514,75
9/32	286,54	311,94	337,34	362,74	388,14	413,54	438,95	484,34	489,74	515,15
19/64	286,94	312,34	337,74	363,14	388,54	413,94	439,34	484,74	490,14	515,54
5/16	287,34	312,74	338,14	363,54	388,94	414,34	439,74	485,14	490,54	515,94
21/64	287,74	313,14	338,54	363,94	389,34	414,74	440,14	485,54	490,94	516,34
11/32	288,13	313,53	338,93	364,33	389,73	415,13	440,53	485,93	491,33	516,73
23/64	288,53	313,93	339,33	364,73	390,13	415,53	440,93	486,33	491,73	517,13
3/8	288,93	314,33	339,73	365,13	390,53	415,93	441,33	486,73	492,13	517,53
25/64	289,32	314,72	340,12	365,52	390,92	416,32	441,72	487,12	492,52	517,92
13/32	289,72	315,12	340,52	365,92	391,32	416,72	442,12	487,52	492,92	518,32
27/64	290,12	315,52	340,92	366,32	391,72	417,12	442,52	487,92	493,32	518,72
7/16	290,51	315,91	341,31	366,71	392,11	417,51	442,91	488,31	493,71	519,11
29/64	290,91	316,31	341,71	367,11	392,51	417,91	443,31	488,71	494,11	519,51
15/32	291,31	316,71	342,11	367,51	392,91	418,31	443,71	489,11	494,51	519,91
31/64	291,70	317,10	342,50	367,90	393,30	418,70	444,10	489,50	494,90	520,30

FRACÕES	POLEGADAS									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1/2	292,10	317,50	342,90	368,30	393,70	419,10	444,50	469,90	495,30	520,70
33/64	292,50	317,90	343,30	368,70	394,10	419,50	444,90	470,30	495,70	521,10
17/32	292,89	318,29	343,70	369,09	394,50	419,89	445,29	470,69	496,10	521,50
35/64	293,29	318,69	344,09	369,49	394,89	420,29	445,69	471,09	496,49	521,89
9/16	293,69	319,09	344,49	369,89	395,29	420,69	446,09	471,49	496,89	522,29
37/64	294,09	319,49	344,89	370,29	395,69	421,09	446,49	471,89	497,29	522,69
19/32	294,48	319,88	345,28	370,68	396,08	421,48	446,88	472,28	497,68	523,08
39/64	294,88	320,28	345,68	371,08	396,48	421,88	447,28	472,68	498,08	523,48
5/8	295,28	320,68	346,08	371,48	396,88	422,28	447,68	473,08	498,48	523,88
41/64	295,67	321,07	346,47	371,87	397,27	422,67	448,07	473,47	498,87	524,27
21/32	296,07	321,47	346,87	372,27	397,67	423,07	448,47	473,87	499,27	524,67
43/64	296,47	321,87	347,27	372,67	398,07	423,47	448,87	474,27	499,67	525,07
11/16	296,86	322,26	347,66	373,06	398,46	423,86	449,26	474,66	500,06	525,46
45/64	297,26	322,66	348,06	373,46	398,86	424,26	449,66	475,06	500,46	525,86
23/32	297,66	323,06	348,46	373,86	399,26	424,66	450,06	475,46	500,86	526,26
47/64	298,05	323,45	348,85	374,25	399,65	425,06	450,45	475,85	501,25	526,65
3/4	298,45	323,85	349,25	374,65	400,05	425,45	450,85	476,25	501,65	527,05
49/64	298,85	324,25	349,65	375,05	400,45	425,85	451,25	476,65	502,05	527,45
25/32	299,24	324,64	350,04	375,44	400,84	426,25	451,64	477,04	502,45	527,85
51/64	299,64	325,04	350,44	375,84	401,24	426,64	452,04	477,44	502,84	528,24
13/16	300,04	325,44	350,84	376,24	401,64	427,04	452,44	477,84	503,24	528,64
53/64	300,44	325,84	351,24	376,64	402,04	427,44	452,84	478,24	503,64	529,04
27/32	300,83	326,23	351,63	377,03	402,43	427,83	453,23	478,63	504,03	529,43
55/64	301,23	326,63	352,03	377,43	402,83	428,23	453,63	479,03	504,43	529,83
7/8	301,63	327,03	352,43	377,83	403,23	428,63	454,03	479,43	504,83	530,23
57/64	302,02	327,42	352,82	378,22	403,62	429,02	454,42	479,82	505,22	530,62
29/32	302,42	327,82	353,22	378,62	404,02	429,42	454,82	480,22	505,62	531,02
59/64	302,82	328,22	353,62	379,02	404,42	429,82	455,22	480,62	506,02	531,42
15/16	303,21	328,61	354,01	379,41	404,81	430,21	455,61	481,01	506,41	531,81
61/64	303,61	329,01	354,41	379,81	405,21	430,61	456,01	481,41	506,81	532,21
31/32	304,01	329,41	354,81	380,21	405,61	431,01	456,41	481,81	507,21	532,61
63/64	304,40	329,80	355,20	380,60	406,00	431,40	456,80	482,20	507,60	533,00

FRAÇÕES	POLEGADAS										FRAÇÕES	POLEGADAS									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0	533,40	558,80	584,20	609,60	635,00	660,40	685,80	711,20	736,60	762,00	1/2	546,10	571,50	596,90	622,30	647,70	673,10	698,50	723,90	749,30	774,70
1/64	533,80	559,20	584,60	610,00	635,40	660,80	686,20	711,60	737,00	762,40	33/64	546,50	571,90	597,30	622,70	648,10	673,50	698,90	724,30	749,70	775,10
1/32	534,20	559,60	585,00	610,40	635,80	661,20	686,60	712,00	737,40	762,80	17/32	546,90	572,30	597,70	623,10	648,50	673,90	699,30	724,70	750,10	775,50
3/64	534,59	559,99	585,39	610,79	636,19	661,59	686,99	712,39	737,79	763,19	35/64	547,29	572,69	598,09	623,49	648,89	674,29	699,69	725,09	750,49	775,89
1/16	534,99	560,39	585,79	611,19	636,59	661,99	687,39	712,79	738,19	763,59	9/16	547,69	573,09	598,49	623,89	649,29	674,69	700,09	725,49	750,89	776,29
5/64	535,39	560,79	586,19	611,59	636,99	662,39	687,79	713,19	738,59	763,99	37/64	548,09	573,49	598,89	624,29	649,69	675,09	700,49	725,89	751,29	776,69
3/32	535,78	561,18	586,58	611,98	637,38	662,78	688,18	713,58	738,98	764,38	19/32	548,48	573,88	599,28	624,68	650,08	675,48	700,88	726,28	751,68	777,08
7/64	536,18	561,58	586,98	612,38	637,78	663,18	688,58	713,98	739,38	764,78	39/64	548,88	574,28	599,68	625,08	650,48	675,88	701,28	726,68	752,08	777,48
1/8	536,58	561,98	587,38	612,78	638,18	663,58	688,98	714,38	739,78	765,18	5/8	549,28	574,68	600,08	625,48	650,88	676,28	701,68	727,08	752,48	777,88
9/64	536,97	562,37	587,77	613,17	638,57	663,97	689,37	714,77	740,17	765,57	41/64	549,67	575,07	600,47	625,87	651,27	676,67	702,07	727,47	752,87	778,27
5/32	537,37	562,77	588,17	613,57	638,97	664,37	689,77	715,17	740,57	765,97	21/32	550,07	575,47	600,87	626,27	651,67	677,07	702,47	727,87	753,27	778,67
11/64	537,77	563,17	588,57	613,97	639,37	664,77	690,17	715,57	740,97	766,37	43/64	550,47	575,87	601,27	626,67	652,07	677,47	702,87	728,27	753,67	779,07
3/16	538,16	563,56	588,96	614,36	639,76	665,16	690,56	715,96	741,36	766,76	11/16	550,86	576,26	601,66	627,06	652,46	677,86	703,26	728,66	754,06	779,46
13/64	538,56	563,96	589,36	614,76	640,16	665,56	690,96	716,36	741,76	767,16	45/64	551,26	576,66	602,06	627,46	652,86	678,26	703,66	729,06	754,46	779,86
7/32	538,96	564,36	589,76	615,16	640,56	665,96	691,36	716,76	742,16	767,56	23/32	551,66	577,06	602,46	627,86	653,26	678,66	704,06	729,46	754,86	780,26
15/64	539,35	564,75	590,15	615,55	640,95	666,35	691,75	717,15	742,55	767,95	47/64	552,05	577,45	602,85	628,25	653,65	679,05	704,45	729,85	755,25	780,65
1/4	539,75	565,15	590,55	615,95	641,35	666,75	692,15	717,55	742,95	768,35	3/4	552,45	577,85	603,25	628,65	654,05	679,45	704,85	730,25	755,65	781,05
17/64	540,15	565,55	590,95	616,35	641,75	667,15	692,55	717,95	743,35	768,75	49/64	552,85	578,25	603,65	629,05	654,45	679,85	705,25	730,65	756,05	781,45
9/32	540,55	565,95	591,35	616,75	642,15	667,55	692,95	718,35	743,75	769,15	25/32	553,25	578,65	604,05	629,45	654,85	680,25	705,65	731,05	756,45	781,85
19/64	540,94	566,34	591,74	617,14	642,54	667,94	693,34	718,74	744,14	769,54	51/64	553,64	579,04	604,44	629,84	655,24	680,64	706,04	731,44	756,84	782,24
5/16	541,34	566,74	592,14	617,54	642,94	668,34	693,74	719,14	744,54	769,94	13/16	554,04	579,44	604,84	630,24	655,64	681,04	706,44	731,84	757,24	782,64
21/64	541,74	567,14	592,54	617,94	643,34	668,74	694,14	719,54	744,94	770,34	53/64	554,44	579,84	605,24	630,64	656,04	681,44	706,84	732,24	757,64	783,04
11/32	542,13	567,53	592,93	618,33	643,73	669,13	694,53	719,93	745,33	770,73	27/32	554,83	580,23	605,63	631,03	656,43	681,83	707,23	732,63	758,03	783,43
23/64	542,53	567,93	593,33	618,73	644,13	669,53	694,93	720,33	745,73	771,13	55/64	555,23	580,63	606,03	631,43	656,83	682,23	707,63	733,03	758,43	783,83
3/8	542,93	568,33	593,73	619,13	644,53	669,93	695,33	720,73	746,13	771,53	7/8	555,63	581,03	606,43	631,83	657,23	682,63	708,03	733,43	758,83	784,23
25/64	543,32	568,72	594,12	619,52	644,92	670,32	695,72	721,12	746,52	771,92	57/64	556,02	581,42	606,82	632,22	657,62	683,02	708,42	733,82	759,22	784,62
13/32	543,72	569,12	594,52	619,92	645,32	670,72	696,12	721,52	746,92	772,32	29/32	556,42	581,82	607,22	632,62	658,02	683,42	708,82	734,22	759,62	785,02
27/64	544,12	569,52	594,92	620,32	645,72	671,12	696,52	721,92	747,32	772,72	59/64	556,82	582,22	607,62	633,02	658,42	683,82	709,22	734,62	760,02	785,42
7/16	544,51	569,91	595,31	620,71	646,11	671,51	696,91	722,31	747,71	773,11	15/16	557,21	582,61	608,01	633,41	658,81	684,21	709,61	735,01	760,41	785,81
29/64	544,91	570,31	595,71	621,11	646,51	671,91	697,31	722,71	748,11	773,51	61/64	557,61	583,01	608,41	633,81	659,21	684,61	710,01	735,41	760,81	786,21
15/32	545,31	570,71	596,11	621,51	646,91	672,31	697,71	723,11	748,51	773,91	31/32	558,01	583,41	608,81	634,21	659,61	685,01	710,41	735,81	761,21	786,61
31/64	545,70	571,10	596,50	621,90	647,30	672,70	698,10	723,50	748,91	774,31	63/64	558,40	583,80	609,20	634,60	660,00	685,40	710,80	736,20	761,61	787,01

FRAÇÕES	POLEGADAS									
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
0	787,40	812,80	838,20	863,60	889,00	914,40	939,80	965,20	990,60	1016,00
1/64	787,80	813,20	838,60	864,00	889,40	914,80	940,20	965,60	991,00	1016,40
1/32	788,20	813,60	839,00	864,40	889,80	915,20	940,60	966,00	991,40	1016,80
3/64	788,59	813,99	839,39	864,79	890,19	915,59	940,99	966,39	991,79	1017,19
1/16	788,99	814,39	839,79	865,19	890,59	915,99	941,39	966,79	992,19	1017,59
5/64	789,39	814,79	840,19	865,59	890,99	916,39	941,79	967,19	992,59	1017,99
3/32	789,78	815,18	840,58	865,98	891,38	916,78	942,18	967,58	992,98	1018,38
7/64	790,18	815,58	840,98	866,38	891,78	917,18	942,58	967,98	993,38	1018,78

1/8	790,58	815,98	841,38	866,78	892,18	917,58	942,98	968,38	993,78	1019,18
9/64	790,97	816,37	841,77	867,17	892,57	917,97	943,37	968,77	994,17	1019,57
5/32	791,37	816,77	842,17	867,57	892,97	918,37	943,77	969,17	994,57	1019,97
11/64	791,77	817,17	842,57	867,97	893,37	918,77	944,17	969,57	994,97	1020,37
3/16	792,16	817,56	842,96	868,36	893,76	919,16	944,56	969,96	995,37	1020,77
13/64	792,56	817,96	843,36	868,76	894,16	919,56	944,96	970,36	995,76	1021,16
7/32	792,96	818,36	843,76	869,16	894,56	919,96	945,36	970,76	996,16	1021,56
15/64	793,36	818,76	844,16	869,56	894,96	920,36	945,76	971,16	996,56	1021,96

1/4	793,75	819,15	844,55	869,95	895,35	920,75	946,15	971,55	996,95	1022,35
17/64	794,15	819,55	844,95	870,35	895,75	921,15	946,55	971,95	997,35	1022,75
9/32	794,55	819,95	845,35	870,75	896,15	921,55	946,95	972,35	997,75	1023,15
19/64	794,94	820,34	845,74	871,14	896,54	921,94	947,34	972,74	998,14	1023,54
5/16	795,34	820,74	846,14	871,54	896,94	922,34	947,74	973,14	998,54	1023,94
21/64	795,74	821,14	846,54	871,94	897,34	922,74	948,14	973,54	998,94	1024,34
11/32	796,13	821,53	846,93	872,33	897,73	923,13	948,53	973,93	999,33	1024,73
23/64	796,53	821,93	847,33	872,73	898,13	923,53	948,93	974,33	999,73	1025,13

3/8	796,93	822,33	847,73	873,13	898,53	923,93	949,33	974,73	1000,13	1025,53
25/64	797,32	822,72	848,12	873,52	898,92	924,32	949,72	975,12	1000,52	1025,92
13/32	797,72	823,12	848,52	873,92	899,32	924,72	950,12	975,52	1000,92	1026,32
27/64	798,12	823,52	848,92	874,32	899,72	925,12	950,52	975,92	1001,32	1026,72
7/16	798,51	823,91	849,31	874,71	900,11	925,51	950,91	976,31	1001,72	1027,12
29/64	798,91	824,31	849,71	875,11	900,51	925,91	951,31	976,71	1002,11	1027,51
15/32	799,31	824,71	850,11	875,51	900,91	926,31	951,71	977,11	1002,51	1027,91
31/64	799,71	825,11	850,51	875,91	901,31	926,71	952,11	977,51	1002,91	1028,31

FRAÇÕES	POLEGADAS									
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1/2	800,10	825,50	850,90	876,30	901,70	927,10	952,50	977,90	1003,30	1028,70
33/64	800,50	825,90	851,30	876,70	902,10	927,50	952,90	978,30	1003,70	1029,10
17/32	800,90	826,30	851,70	877,10	902,50	927,90	953,30	978,70	1004,10	1029,50
35/64	801,29	826,69	852,09	877,49	902,89	928,29	953,69	979,09	1004,49	1029,89
9/16	801,69	827,09	852,49	877,89	903,29	928,69	954,09	979,49	1004,89	1030,29
37/64	802,09	827,49	852,89	878,29	903,69	929,09	954,49	979,89	1005,29	1030,69
19/32	802,48	827,88	853,28	878,68	904,08	929,48	954,88	980,28	1005,68	1031,08
39/64	802,88	828,28	853,68	879,08	904,48	929,88	955,28	980,68	1006,08	1031,48

5/8	803,28	828,68	854,08	879,48	904,88	930,28	955,68	981,08	1006,48	1031,88
41/64	803,67	829,07	854,47	879,87	905,27	930,67	956,07	981,47	1006,87	1032,27
21/32	804,07	829,47	854,87	880,27	905,67	931,07	956,47	981,87	1007,27	1032,67
43/64	804,47	829,87	855,27	880,67	906,07	931,47	956,87	982,27	1007,67	1033,07
11/16	804,86	830,26	855,66	881,06	906,46	931,86	957,26	982,66	1008,07	1033,47
45/64	805,26	830,66	856,06	881,46	906,86	932,26	957,66	983,06	1008,46	1033,86
23/32	805,66	831,06	856,46	881,86	907,26	932,66	958,06	983,46	1008,86	1034,26
47/64	806,06	831,46	856,86	882,26	907,66	933,06	958,46	983,86	1009,26	1034,66

3/4	806,45	831,85	857,25	882,65	908,05	933,45	958,85	984,25	1009,65	1035,05
49/64	806,85	832,25	857,65	883,05	908,45	933,85	959,25	984,65	1010,05	1035,45
25/32	807,25	832,65	858,05	883,45	908,85	934,25	959,65	985,05	1010,45	1035,85
51/64	807,64	833,04	858,44	883,84	909,24	934,64	960,04	985,44	1010,84	1036,24
13/16	808,04	833,44	858,84	884,24	909,64	935,04	960,44	985,84	1011,24	1036,64
53/64	808,44	833,84	859,24	884,64	910,04	935,44	960,84	986,24	1011,64	1037,04
27/32	808,83	834,23	859,63	885,03	910,43	935,83	961,23	986,63	1012,03	1037,43
55/64	809,23	834,63	860,03	885,43	910,83	936,23	961,63	987,03	1012,43	1037,83

7/8	809,63	835,03	860,43	885,83	911,23	936,63	962,03	987,43	1012,83	1038,23
57/64	810,02	835,42	860,82	886,22	911,62	937,02	962,42	987,82	1013,22	1038,62
29/32	810,42	835,82	861,22	886,62	912,02	937,42	962,82	988,22	1013,62	1039,02
59/64	810,82	836,22	861,62	887,02	912,42	937,82	963,22	988,62	1014,02	1039,42
15/16	811,21	836,61	862,01	887,41	912,81	938,21	963,61	989,01	1014,42	1039,82
61/64	811,61	837,01	862,41	887,81	913,21	938,61	964,01	989,41	1014,81	1040,21
31/32	812,01	837,41	862,81	888,21	913,61	939,01	964,41	989,81	1015,21	1040,61
63/64	812,41	837,81	863,21	888,61	914,01	939,41	964,81	990,21	1015,61	1041,01

# CONVERSÃO DE MILÍMETROS EM PÉS E POLEGADAS

MILÍMETROS													MILÍMETROS												
mm	pés	polegadas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mm	pés	polegadas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FRAÇÕES DE POLEGADAS													FRAÇÕES DE POLEGADAS												
0	0	0	...	3/64	5/64	1/8	5/32	13/64	15/64	9/32	5/16	23/64	250	0	10	...	...	...	...	0	3/64	5/64	1/8	5/32	13/64
10	0	0	25/64	7/16	15/32	33/64	35/64	19/32	5/8	43/64	45/64	3/4	260	0	10	15/64	9/32	5/16	23/64	25/64	7/16	15/32	33/64	35/64	19/32
20	0	0	25/32	53/64	55/64	29/32	15/16	63/64	...	...	...	...	270	0	10	5/8	43/64	45/64	3/4	25/32	53/64	55/64	29/32	15/16	63/64
20	0	1	...	...	...	...	...	...	1/32	1/16	7/64	9/64	280	0	11	1/32	1/16	7/64	9/64	3/16	7/32	17/64	19/64	11/32	3/8
30	0	1	3/16	7/32	17/64	19/64	11/32	3/8	27/64	29/64	1/2	17/32	290	0	11	27/64	29/64	1/2	17/32	37/64	39/64	21/32	11/16	47/64	49/64
40	0	1	37/64	39/64	21/32	11/16	47/64	49/64	13/16	27/32	57/64	59/64	300	0	11	13/16	27/32	57/64	59/64	31/32	...	...	...	...	...
50	0	1	31/32	...	...	...	...	...	...	...	...	...	300	1	0	...	...	...	...	...	1/64	3/64	3/32	1/8	11/64
50	0	2	...	1/64	3/64	3/32	1/8	11/64	13/64	1/4	9/32	21/64	310	1	0	13/64	1/4	9/32	21/64	23/64	13/32	7/16	31/64	33/64	9/16
60	0	2	23/64	13/32	7/16	31/64	33/64	9/16	19/32	41/64	43/64	23/32	320	1	0	19/32	41/64	43/64	23/32	3/4	51/64	53/64	7/8	29/32	61/64
70	0	2	3/4	51/64	53/64	7/8	29/32	61/64	63/64	...	...	...	330	1	0	63/64	...	...	...	...	...	...	...	...	...
70	0	3	...	...	...	...	...	...	...	1/32	5/64	7/64	330	1	1	...	1/32	5/64	7/64	5/32	3/16	15/64	17/64	5/16	11/32
80	0	3	5/32	3/16	15/64	17/64	5/16	11/32	25/64	27/64	15/32	1/2	340	1	1	25/64	27/64	15/32	1/2	35/64	37/64	5/8	21/32	45/64	47/64
90	0	3	35/64	37/64	5/8	21/32	45/64	47/64	25/32	13/16	55/64	57/64	350	1	1	25/32	13/16	55/64	57/64	15/16	31/32	...	...	...	...
100	0	3	15/16	31/32	...	...	...	...	...	...	...	...	350	1	2	...	...	...	...	...	...	1/64	1/16	3/32	9/64
100	0	4	...	...	1/64	1/16	3/32	9/64	11/64	7/32	1/4	19/64	360	1	2	11/64	7/32	1/4	19/64	21/64	3/8	13/32	29/64	31/64	17/32
110	0	4	21/64	3/8	13/32	29/64	31/64	17/32	9/16	39/64	41/64	11/16	370	1	2	9/16	39/64	41/64	11/16	23/32	49/64	51/64	27/32	7/8	59/64
120	0	4	23/32	49/64	51/64	27/32	7/8	59/64	61/64	...	...	...	380	1	2	61/64	...	...	...	...	...	...	...	...	...
120	0	5	...	...	...	...	...	...	...	0	3/64	5/64	380	1	3	...	0	3/64	5/64	1/8	5/32	13/64	15/64	9/32	5/16
130	0	5	1/8	5/32	13/64	15/64	9/32	5/16	23/64	25/64	7/16	15/32	390	1	3	23/64	25/64	7/16	15/32	33/64	35/64	19/32	5/8	43/64	45/64
140	0	5	33/64	35/64	19/32	5/8	43/64	45/64	3/4	25/32	53/64	55/64	400	1	3	3/4	25/32	53/64	55/64	29/32	15/16	63/64	...	...	...
150	0	5	29/32	15/16	63/64	...	...	...	...	...	...	...	400	1	4	...	...	...	...	...	...	...	1/32	1/16	7/64
150	0	6	...	...	...	1/32	1/16	7/64	9/64	3/16	7/32	17/64	410	1	4	9/64	3/16	7/32	17/64	19/64	11/32	3/8	27/64	29/64	1/2
160	0	6	19/64	11/32	3/8	27/64	29/64	1/2	17/32	37/64	39/64	21/32	420	1	4	17/32	37/64	39/64	21/32	11/16	47/64	49/64	13/16	27/32	57/64
170	0	6	11/16	47/64	49/64	13/16	27/32	57/64	59/64	31/32	...	...	430	1	4	59/64	31/32	...	...	...	...	...	...	...	...
170	0	7	...	...	...	...	...	...	...	...	1/64	3/64	430	1	5	...	...	1/64	3/64	3/32	1/8	11/64	13/64	1/4	9/32
180	0	7	3/32	1/8	11/64	13/64	1/4	9/32	21/64	23/64	13/32	7/16	440	1	5	21/64	23/64	13/32	7/16	31/64	33/64	9/16	19/32	41/64	43/64
190	0	7	31/64	33/64	9/16	19/32	41/64	43/64	23/32	3/4	51/64	53/64	450	1	5	23/32	3/4	51/64	53/64	7/8	29/32	61/64	63/64	...	...
200	0	7	7/8	29/32	61/64	63/64	...	...	...	...	...	...	450	1	6	...	...	...	...	...	...	...	...	1/32	5/64
200	0	8	...	...	...	...	1/32	5/64	7/64	5/32	3/16	15/64	460	1	6	7/64	5/32	3/16	15/64	17/64	5/16	11/32	25/64	27/64	15/32
210	0	8	17/64	5/16	11/32	25/64	27/64	15/32	1/2	35/64	37/64	5/8	470	1	6	1/2	35/64	37/64	5/8	21/32	45/64	47/64	25/32	13/16	55/64
220	0	8	21/32	45/64	47/64	25/32	13/16	55/64	57/64	15/16	31/32	...	480	1	6	57/64	15/16	31/32	...	...	...	...	...	...	...
220	0	9	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1/64	480	1	7	...	...	...	1/64	1/16	3/32	9/64	11/64	7/32	1/4
230	0	9	1/16	3/32	9/64	11/64	7/32	1/4	19/64	21/64	3/8	19/32	490	1	7	19/64	21/64	3/8	13/32	29/64	31/64	17/32	9/16	39/64	41/64
240	0	9	29/64	31/64	17/32	9/16	39/64	41/64	11/16	23/32	49/64	51/64	500	1	7	11/16	23/32	49/64	51/64	27/32	7/8	59/64	61/64	...	...
250	0	9	27/32	7/8	59/64	61/64	...	...	...	...	...	...													



mm	pés	polegadas	MILÍMETROS									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			FRAÇÕES DE POLEGADAS									
500	1	8	...	...	...	...	...	...	...	...	0	3/64
510	1	8	5/64	1/8	5/32	13/64	15/64	9/32	5/16	23/64	25/64	7/16
520	1	8	15/32	33/64	35/64	19/32	5/8	43/64	45/64	3/4	25/32	53/64
530	1	8	55/64	29/32	15/16	63/64	...	...	...	...	...	...
530	1	9	...	...	...	...	1/32	1/16	7/64	9/64	3/16	7/32
540	1	9	17/64	19/64	11/32	3/8	27/64	29/64	1/2	17/32	37/64	39/64
550	1	9	21/32	11/16	47/64	49/64	13/16	27/32	57/64	59/64	31/32	...
550	1	10	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1/64
560	1	10	3/64	3/32	1/8	11/64	13/64	1/4	9/32	21/64	23/64	13/32
570	1	10	7/16	31/64	33/64	9/16	19/32	41/64	43/64	23/32	3/4	51/64
580	1	10	53/64	7/8	29/32	61/64	63/64	...	...	...	...	...
580	1	11	...	...	...	...	...	1/32	5/64	7/64	5/32	3/16
590	1	11	15/64	17/64	5/16	11/32	25/64	27/64	15/32	1/2	35/64	37/64
600	1	11	5/8	21/32	45/64	47/64	25/32	13/16	55/64	57/64	15/16	31/32
610	2	0	1/64	1/16	3/32	9/64	11/64	7/32	1/4	19/64	21/64	3/8
620	2	0	13/32	29/64	31/64	17/32	9/16	39/64	41/64	11/16	23/32	49/64
630	2	0	51/64	27/32	7/8	59/64	61/64	...	...	...	...	...
630	2	1	...	...	...	...	...	0	3/64	5/64	1/8	5/32
640	2	1	13/64	15/64	9/32	5/16	23/64	25/64	7/16	15/32	33/64	35/64
650	2	1	19/32	5/8	43/64	45/64	3/4	25/32	53/64	55/64	29/32	15/16
660	2	1	63/64	...	...	...	...	...	...	...	...	...
660	2	2	...	1/32	1/16	7/64	9/64	3/16	7/32	17/64	19/64	11/32
670	2	2	3/8	27/64	29/64	1/2	17/32	37/64	39/64	21/32	11/16	47/64
680	2	2	49/64	13/16	27/32	57/64	59/64	31/32	...	...	...	...
680	2	3	...	...	...	...	...	...	1/64	3/64	3/32	1/8
690	2	3	11/64	13/64	1/4	9/32	21/64	23/64	13/32	7/16	31/64	33/64
700	2	3	9/16	19/32	41/64	43/64	23/32	3/4	51/64	53/64	7/8	29/32
710	2	3	61/64	63/64	...	...	...	...	...	...	...	...
710	2	4	...	...	1/32	5/64	7/64	5/32	3/16	15/64	17/64	5/16
720	2	4	11/32	25/64	27/64	15/32	1/2	35/64	37/64	5/8	21/32	45/64
730	2	4	47/64	25/32	13/16	55/64	57/64	15/16	31/32	...	...	...
730	2	5	...	...	...	...	...	...	...	1/64	1/16	3/32
740	2	5	9/64	11/64	7/32	1/4	19/64	21/64	3/8	13/32	29/64	31/64
750	2	5	17/32	9/16	39/64	41/64	11/16	23/32	49/64	51/64	27/32	7/8
760	2	5	59/64	61/64	...	...	...	...	...	...	...	...

mm	pés	polegadas	MILÍMETROS									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
			FRAÇÕES DE POLEGADAS									
760	2	6	...	...	0	3/64	5/64	1/8	5/32	13/64	15/64	9/32
770	2	6	5/16	23/64	25/64	7/16	15/32	33/64	35/64	19/32	5/8	43/64
780	2	6	45/64	3/4	25/32	53/64	55/64	29/32	15/16	63/64	...	...
780	2	7	...	...	...	...	...	...	...	...	1/32	1/16
790	2	7	7/64	9/64	3/16	7/32	17/64	19/64	11/32	3/8	27/64	29/64
800	2	7	1/2	17/32	37/64	39/64	21/32	11/16	47/64	49/64	13/16	27/32
810	2	7	57/64	59/64	31/32	...	...	...	...	...	...	...
810	2	8	...	...	...	1/64	3/64	3/32	1/8	11/64	13/64	1/4
820	2	8	9/32	21/64	23/64	13/32	7/16	31/64	33/64	9/16	19/32	41/64
830	2	8	43/64	23/32	3/4	51/64	53/64	7/8	29/32	61/64	63/64	...
830	2	9	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1/32
840	2	9	5/64	7/64	5/32	3/16	15/64	17/64	5/16	11/32	25/64	27/64
850	2	9	15/32	1/2	35/64	37/64	5/8	21/32	45/64	47/64	25/32	13/16
860	2	9	55/64	57/64	15/16	31/32	...	...	...	...	...	...
860	2	10	...	...	...	...	1/64	1/16	3/32	9/64	11/64	7/32
870	2	10	1/4	19/64	21/64	3/8	13/32	29/64	31/64	17/32	9/16	39/64
880	2	10	41/64	11/16	23/32	49/64	51/64	27/32	7/8	59/64	61/64	...
880	2	11	...	...	...	...	...	...	...	...	...	0
890	2	11	3/64	5/64	1/8	5/32	13/64	15/64	9/32	5/16	23/64	25/64
900	2	11	7/16	15/32	33/64	35/64	19/32	5/8	43/64	45/64	3/4	25/32
910	2	11	53/64	55/64	29/32	15/16	63/64	...	...	...	...	...
910	3	0	...	...	...	...	...	1/32	1/16	7/64	9/64	3/16
920	3	0	7/32	17/64	19/64	11/32	3/8	27/64	29/64	1/2	17/32	37/64
930	3	0	39/64	21/32	11/16	47/64	49/64	13/16	27/32	57/64	59/64	31/32
940	3	1	1/64	3/64	3/32	1/8	11/64	13/64	1/4	9/32	21/64	23/64
950	3	1	13/32	7/16	31/64	33/64	9/16	19/32	41/64	43/64	23/32	3/4
960	3	1	51/64	53/64	7/8	29/32	61/64	63/64	...	...	...	...
960	3	2	...	...	...	...	...	...	1/32	5/64	7/64	5/32
970	3	2	3/16	15/64	17/64	5/16	11/32	25/64	27/64	15/32	1/2	35/64
980	3	2	37/64	5/8	21/32	45/64	47/64	25/32	13/16	55/64	57/64	15/16
990	3	2	31/32	...	...	...	...	...	...	...	...	...
990	3	3	...	1/64	1/16	3/32	9/64	11/64	7/32	1/4	19/64	21/64
1000	3	3	3/8	13/32	29/64	31/64	17/32	9/16	39/64	41/64	11/16	23/32
1010	3	3	49/64	51/64	27/32	7/8	59/64	61/64	...	...	...	...

MILÍMETROS													MILÍMETROS												
mm	pés	polegadas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	mm	pés	polegadas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FRAÇÕES DE POLEGADAS													FRAÇÕES DE POLEGADAS												
1010	3	4	...	...	...	...	...	...	0	3/64	5/64	1/8	1270	4	2	0	3/64	5/64	1/8	5/32	13/64	15/64	9/32	5/16	23/64
1020	3	4	5/32	13/64	15/64	9/32	5/16	23/64	25/64	7/16	15/32	33/64	1280	4	2	25/64	7/16	15/32	33/64	35/64	19/32	5/8	43/64	45/64	3/4
1030	3	4	35/64	19/32	5/8	43/64	45/64	3/4	25/32	53/64	55/64	29/32	1290	4	2	25/32	53/64	55/64	29/32	15/16	63/64	...	...	...	...
1040	3	4	15/16	63/64	...	...	...	...	...	...	...	...	1290	4	3	...	...	...	...	...	...	1/32	1/16	7/64	9/64
1040	3	5	...	...	1/32	1/16	7/64	9/64	3/16	7/32	17/64	19/64	1300	4	3	3/16	7/32	17/64	19/64	11/32	3/8	27/64	29/64	1/2	17/32
1050	3	5	11/32	3/8	27/64	29/64	1/2	17/32	37/64	39/64	21/32	11/16	1310	4	3	37/64	39/64	21/32	11/16	47/64	49/64	13/16	27/32	57/64	59/64
1060	3	5	47/64	49/64	13/16	27/32	57/64	59/64	31/32	...	...	...	1320	4	3	31/32	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1060	3	6	...	...	...	...	...	...	...	1/64	3/64	3/32	1320	4	4	...	1/64	3/64	3/32	1/8	11/64	13/64	1/4	9/32	21/64
1070	3	6	1/8	11/64	13/64	1/4	9/32	21/64	23/64	13/32	7/16	31/64	1330	4	4	23/64	13/32	7/16	31/64	33/64	9/16	19/32	41/64	43/64	23/32
1080	3	6	33/64	9/16	19/32	41/64	43/64	23/32	3/4	51/64	53/64	7/8	1340	4	4	3/4	51/64	53/64	7/8	29/32	61/64	63/64	...	...	...
1090	3	6	29/32	61/64	63/64	...	...	...	...	...	...	...	1340	4	5	...	...	...	...	...	...	...	1/32	5/64	7/64
1090	3	7	...	...	...	1/32	5/64	7/64	5/32	3/16	15/64	17/64	1350	4	5	5/32	3/16	15/64	17/64	5/16	11/32	25/64	27/64	15/32	1/2
1100	3	7	5/16	11/32	25/64	27/64	15/32	1/2	35/64	37/64	5/8	21/32	1360	4	5	35/64	37/64	5/8	21/32	45/64	47/64	25/32	13/16	55/64	57/64
1110	3	7	45/64	47/64	25/32	13/16	55/64	57/64	15/16	31/32	...	...	1370	4	5	15/16	31/32	...	...	...	...	...	...	...	...
1110	3	8	...	...	...	...	...	...	...	...	1/64	1/16	1370	4	6	...	...	1/64	1/16	3/32	9/64	11/64	7/32	1/4	19/64
1120	3	8	3/32	9/64	11/64	7/32	1/4	19/64	21/64	3/8	13/32	29/64	1380	4	6	21/64	3/8	13/32	29/64	31/64	17/32	9/16	39/64	41/64	11/16
1130	3	8	31/64	17/32	9/16	39/64	41/64	11/16	23/32	49/64	51/64	27/32	1390	4	6	23/32	49/64	51/64	27/32	7/8	59/64	61/64	...	...	...
1140	3	8	7/8	59/64	61/64	...	...	...	...	...	...	...	1390	4	7	...	...	...	...	...	...	...	0	3/64	5/64
1140	3	9	...	...	...	0	3/64	5/64	1/8	5/32	13/64	15/64	1400	4	7	1/8	5/32	13/64	15/64	9/32	5/16	23/64	25/64	7/16	15/32
1150	3	9	9/32	5/16	23/64	25/64	7/16	15/32	33/64	35/64	19/32	5/8	1410	4	7	33/64	35/64	19/32	5/8	43/64	45/64	3/4	25/32	53/64	55/64
1160	3	9	43/64	45/64	3/4	25/32	53/64	55/64	29/32	15/16	63/64	...	1420	4	7	29/32	15/16	63/64	...	...	...	...	...	...	...
1160	3	10	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1/32	1420	4	8	...	...	...	1/32	1/16	7/64	9/64	3/16	7/32	17/64
1170	3	10	1/16	7/64	9/64	3/16	7/32	17/64	19/64	11/32	3/8	27/64	1430	4	8	19/64	11/32	3/8	27/64	29/64	1/2	17/32	37/64	39/64	21/32
1180	3	10	29/64	1/2	17/32	37/64	39/64	21/32	11/16	47/64	49/64	13/16	1440	4	8	11/16	47/64	49/64	13/16	27/32	57/64	59/64	31/32	...	...
1190	3	10	27/32	57/64	59/64	31/32	...	...	...	...	...	...	1440	4	9	...	...	...	...	...	...	...	...	1/64	3/64
1190	3	11	...	...	...	...	1/64	3/64	3/32	1/8	11/64	13/64	1450	4	9	3/32	1/8	11/64	13/64	1/4	9/32	21/64	23/64	13/32	7/16
1200	3	11	1/4	9/32	21/64	23/64	13/32	7/16	31/64	33/64	9/16	19/32	1460	4	9	31/64	33/64	9/16	19/32	41/64	43/64	23/32	3/4	51/64	53/64
1210	3	11	41/64	43/64	23/32	3/4	51/64	53/64	7/8	29/32	61/64	63/64	1470	4	9	7/8	29/32	61/64	63/64	...	...	...	...	...	...
1220	4	0	1/32	5/64	7/64	5/32	3/16	15/64	17/64	5/16	11/32	25/64	1470	4	10	...	...	...	...	1/32	5/64	7/64	5/32	3/16	15/64
1230	4	0	27/64	15/32	1/2	35/64	37/64	5/8	21/32	45/64	47/64	25/32	1480	4	10	17/64	5/16	11/32	25/64	27/64	15/32	1/2	35/64	37/64	5/8
1240	4	0	13/16	55/64	57/64	15/16	31/32	...	...	...	...	...	1490	4	10	21/32	45/64	47/64	25/32	13/16	55/64	57/64	15/16	31/32	...
1240	4	1	...	...	...	...	...	1/64	1/16	3/32	9/64	11/64	1490	4	11	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1/64
1250	4	1	7/32	1/4	19/64	21/64	3/8	13/32	29/64	31/64	17/32	9/16	1500	4	11	1/16	3/32	9/64	11/64	7/32	1/4	19/64	21/64	3/8	13/32
1260	4	1	39/64	41/64	11/16	23/32	49/64	51/64	27/32	7/8	59/64	61/64	1510	4	11	29/64	31/64	17/32	9/16	39/64	41/64	11/16	23/32	49/64	51/64
													1520	4	11	27/32	7/8	59/64	61/64	...	...	...	...	...	...

MILÍMETROS													
mm	pés	polegadas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
FRAÇÕES DE POLEGADAS													
1270	4	2	0	3/64	5/64	1/8	5/32	13/64	15/64	9/32	5/16	23/64	
1280	4	2	25/64	7/16	15/32	33/64	35/64	19/32	5/8	43/64	45/64	3/4	
1290	4	2	25/32	53/64	55/64	29/32	15/16	63/64	...	...	...	...	
1290	4	3	...	...	...	...	...	...	1/32	1/16	7/64	9/64	
1300	4	3	3/16	7/32	17/64	19/64	11/32	3/8	27/64	29/64	1/2	17/32	
1310	4	3	37/64	39/64	21/32	11/16	47/64	49/64	13/16	27/32	57/64	59/64	
1320	4	3	31/32	...	...	...	...	...	...	...	...	...	
1320	4	4	...	1/64	3/64	3/32	1/8	11/64	13/64	1/4	9/32	21/64	
1330	4	4	23/64	13/32	7/16	31/64	33/64	9/16	19/32	41/64	43/64	23/32	
1340	4	4	3/4	51/64	53/64	7/8	29/32	61/64	63/64	...	...	...	
1340	4	5	...	...	...	...	...	...	...	1/32	5/64	7/64	
1350	4	5	5/32	3/16	15/64	17/64	5/16	11/32	25/64	27/64	15/32	1/2	
1360	4	5	35/64	37/64	5/8	21/32	45/64	47/64	25/32	13/16	55/64	57/64	
1370	4	5	15/16	31/32	...	...	...	...	...	...	...	...	
1370	4	6	...	...	1/64	1/16	3/32	9/64	11/64	7/32	1/4	19/64	
1380	4	6	21/64	3/8	13/32	29/64	31/64	17/32	9/16	39/64	41/64	11/16	
1390	4	6	23/32	49/64	51/64	27/32	7/8	59/64	61/64	...	...	...	
1390	4	7	...	...	...	...	...	...	...	0	3/64	5/64	
1400	4	7	1/8	5/32	13/64	15/64	9/32	5/16	23/64	25/64	7/16	15/32	
1410	4	7	33/64	35/64	19/32	5/8	43/64	45/64	3/4	25/32	53/64	55/64	
1420	4	7	29/32	15/16	63/64	...	...	...	...	...	...	...	
1420	4	8	...	...	...	1/32	1/16	7/64	9/64	3/16	7/32	17/64	
1430	4	8	19/64	11/32	3/8	27/64	29/64	1/2	17/32	37/64	39/64	21/32	
1440	4	8	11/16	47/64	49/64	13/16	27/32	57/64	59/64	31/32	...	...	
1440	4	9	...	...	...	...	...	...	...	...	1/64	3/64	
1450	4	9	3/32	1/8	11/64	13/64	1/4	9/32	21/64	23/64	13/32	7/16	
1460	4	9	31/64	33/64	9/16	19/32	41/64	43/64	23/32	3/4	51/64	53/64	
1470	4	9	7/8	29/32	61/64	63/64	...	...	...	...	...	...	
1470	4	10	...	...	...	1/32	5/64	7/64	5/32	3/16	15/64		
1480	4	10	17/64	5/16	11/32	25/64	27/64	15/32	1/2	35/64	37/64	5/8	
1490	4	10	21/32	45/64	47/64	25/32	13/16	55/64	57/64	15/16	31/32	...	
1490	4	11	...	...	...	...	...	...	...	...	...	1/64	
1500	4	11	1/16	3/32	9/64	11/64	7/32	1/4	19/64	21/64	3/8	13/32	
1510	4	11	29/64	31/64	17/32	9/16	39/64	41/64	11/16	23/32	49/64	51/64	
1520	4	11	27/32	7/8	59/64	61/64	...	...	...	...	...	...	

# CONVERSÃO DE DECIMAIS DE POLEGADAS EM MILÍMETROS

decimal de pol.	mm	decimal de pol.	mm	decimal de pol.	mm	decimal de pol.	mm	decimal de pol.	mm	decimal de pol.	mm	decimal de pol.	mm	decimal de pol.	mm	decimal de pol.	mm
0,001	0,0254	0,051	1,2954	0,101	2,565	0,151	3,835	0,201	5,105	0,251	6,375	0,301	7,645	0,351	8,915	0,401	10,185
0,002	0,0508	0,052	1,3208	0,102	2,591	0,152	3,861	0,202	5,131	0,252	6,401	0,302	7,671	0,352	8,941	0,402	10,211
0,003	0,0762	0,053	1,3462	0,103	2,616	0,153	3,886	0,203	5,156	0,253	6,426	0,303	7,696	0,353	8,966	0,403	10,236
0,004	0,1016	0,054	1,3716	0,104	2,642	0,154	3,912	0,204	5,182	0,254	6,451	0,304	7,721	0,354	8,991	0,404	10,261
0,005	0,1270	0,055	1,3970	0,105	2,667	0,155	3,937	0,205	5,207	0,255	6,477	0,305	7,747	0,355	9,017	0,405	10,287
0,006	0,1524	0,056	1,4224	0,106	2,692	0,156	3,962	0,206	5,232	0,256	6,502	0,306	7,772	0,356	9,042	0,406	10,312
0,007	0,1778	0,057	1,4478	0,107	2,718	0,157	3,988	0,207	5,258	0,257	6,528	0,307	7,798	0,357	9,068	0,407	10,338
0,008	0,2032	0,058	1,4732	0,108	2,743	0,158	4,013	0,208	5,283	0,258	6,553	0,308	7,823	0,358	9,093	0,408	10,363
0,009	0,2286	0,059	1,4936	0,109	2,769	0,159	4,039	0,209	5,309	0,259	6,578	0,309	7,848	0,359	9,118	0,409	10,388
0,010	0,2540	0,060	1,5240	0,110	2,794	0,160	4,064	0,210	5,334	0,260	6,604	0,310	7,874	0,360	9,144	0,410	10,414
0,011	0,2794	0,061	1,5494	0,111	2,819	0,161	4,089	0,211	5,359	0,261	6,629	0,311	7,899	0,361	9,169	0,411	10,439
0,012	0,3048	0,062	1,5748	0,112	2,845	0,162	4,115	0,212	5,385	0,262	6,655	0,312	7,925	0,362	9,195	0,412	10,465
0,013	0,3302	0,063	1,6002	0,113	2,870	0,163	4,140	0,213	5,410	0,263	6,680	0,313	7,950	0,363	9,220	0,413	10,490
0,014	0,3556	0,064	1,6256	0,114	2,896	0,164	4,166	0,214	5,436	0,264	6,705	0,314	7,975	0,364	9,245	0,414	10,515
0,015	0,3810	0,065	1,6510	0,115	2,921	0,165	4,191	0,215	5,461	0,265	6,731	0,315	8,001	0,365	9,271	0,415	10,541
0,016	0,4064	0,066	1,6764	0,116	2,946	0,166	4,216	0,216	5,486	0,266	6,756	0,316	8,026	0,366	9,296	0,416	10,566
0,017	0,4318	0,067	1,7018	0,117	2,972	0,167	4,242	0,217	5,512	0,267	6,782	0,317	8,052	0,367	9,322	0,417	10,592
0,018	0,4572	0,068	1,7272	0,118	2,997	0,168	4,267	0,218	5,537	0,268	6,807	0,318	8,077	0,368	9,347	0,418	10,617
0,019	0,4826	0,069	1,7526	0,119	3,023	0,169	4,293	0,219	5,562	0,269	6,832	0,319	8,102	0,369	9,372	0,419	10,642
0,020	0,5080	0,070	1,7780	0,120	3,048	0,170	4,318	0,220	5,588	0,270	6,858	0,320	8,128	0,370	9,398	0,420	10,668
0,021	0,5334	0,071	1,8034	0,121	3,073	0,171	4,343	0,221	5,613	0,271	6,883	0,321	8,153	0,371	9,423	0,421	10,693
0,022	0,5588	0,072	1,8288	0,122	3,099	0,172	4,369	0,222	5,639	0,272	6,909	0,322	8,179	0,372	9,449	0,422	10,719
0,023	0,5842	0,073	1,8542	0,123	3,124	0,173	4,394	0,223	5,664	0,273	6,934	0,323	8,204	0,373	9,474	0,423	10,744
0,024	0,6096	0,074	1,8796	0,124	3,150	0,174	4,420	0,224	5,689	0,274	6,959	0,324	8,229	0,374	9,499	0,424	10,769
0,025	0,6350	0,075	1,9050	0,125	3,175	0,175	4,445	0,225	5,715	0,275	6,985	0,325	8,255	0,375	9,525	0,425	10,795
0,026	0,6604	0,076	1,9304	0,126	3,200	0,176	4,470	0,226	5,740	0,276	7,010	0,326	8,280	0,376	9,550	0,426	10,820
0,027	0,6858	0,077	1,9558	0,127	3,226	0,177	4,496	0,227	5,766	0,277	7,036	0,327	8,306	0,377	9,576	0,427	10,846
0,028	0,7112	0,078	1,9812	0,128	3,251	0,178	4,521	0,228	5,791	0,278	7,061	0,328	8,331	0,378	9,601	0,428	10,871
0,029	0,7366	0,079	2,0066	0,129	3,277	0,179	4,547	0,229	5,816	0,279	7,086	0,329	8,356	0,379	9,626	0,429	10,896
0,030	0,7620	0,080	2,0320	0,130	3,302	0,180	4,572	0,230	5,842	0,280	7,112	0,330	8,382	0,380	9,652	0,430	10,922
0,031	0,7874	0,081	2,0574	0,131	3,327	0,181	4,597	0,231	5,867	0,281	7,137	0,331	8,407	0,381	9,677	0,431	10,947
0,032	0,8128	0,082	2,0828	0,132	3,353	0,182	4,623	0,232	5,893	0,282	7,163	0,332	8,433	0,382	9,703	0,432	10,973
0,033	0,8382	0,083	2,1082	0,133	3,378	0,183	4,648	0,233	5,918	0,283	7,188	0,333	8,458	0,383	9,728	0,433	10,998
0,034	0,8636	0,084	2,1336	0,134	3,404	0,184	4,674	0,234	5,943	0,284	7,213	0,334	8,483	0,384	9,753	0,434	11,023
0,035	0,8890	0,085	2,1590	0,135	3,429	0,185	4,699	0,235	5,969	0,285	7,239	0,335	8,509	0,385	9,779	0,435	11,049
0,036	0,9144	0,086	2,1844	0,136	3,454	0,186	4,724	0,236	5,994	0,286	7,264	0,336	8,534	0,386	9,804	0,436	11,074
0,037	0,9398	0,087	2,2098	0,137	3,480	0,187	4,750	0,237	6,020	0,287	7,290	0,337	8,560	0,387	9,830	0,437	11,100
0,038	0,9652	0,088	2,2352	0,138	3,505	0,188	4,775	0,238	6,045	0,288	7,315	0,338	8,585	0,388	9,855	0,438	11,125
0,039	0,9906	0,089	2,2606	0,139	3,531	0,189	4,801	0,239	6,070	0,289	7,340	0,339	8,610	0,389	9,880	0,439	11,150
0,040	1,0160	0,090	2,2860	0,140	3,556	0,190	4,826	0,240	6,096	0,290	7,366	0,340	8,636	0,390	9,906	0,440	11,176
0,041	1,0414	0,091	2,3114	0,141	3,581	0,191	4,851	0,241	6,121	0,291	7,391	0,341	8,661	0,391	9,931	0,441	11,201
0,042	1,0668	0,092	2,3368	0,142	3,607	0,192	4,877	0,242	6,147	0,292	7,417	0,342	8,687	0,392	9,957	0,442	11,227
0,043	1,0922	0,093	2,3622	0,143	3,632	0,193	4,902	0,243	6,172	0,293	7,442	0,343	8,712	0,393	9,982	0,443	11,252
0,044	1,1176	0,094	2,3876	0,144	3,658	0,194	4,928	0,244	6,197	0,294	7,467	0,344	8,737	0,394	10,007	0,444	11,277
0,045	1,1430	0,095	2,4130	0,145	3,683	0,195	4,953	0,245	6,223	0,295	7,493	0,345	8,763	0,395	10,033	0,445	11,303
0,046	1,1684	0,096	2,4384	0,146	3,708	0,196	4,978	0,246	6,248	0,296	7,518	0,346	8,788	0,396	10,058	0,446	11,328
0,047	1,1938	0,097	2,4638	0,147	3,734	0,197	5,004	0,247	6,274	0,297	7,544	0,347	8,814	0,397	10,084	0,447	11,354
0,048	1,2192	0,098	2,4892	0,148	3,759	0,198	5,029	0,248	6,299	0,298	7,569	0,348	8,839	0,398	10,109	0,448	11,379
0,049	1,2446	0,099	2,5146	0,149	3,785	0,199	5,055	0,249	6,324	0,299	7,594	0,349	8,864	0,399	10,134	0,449	11,404
0,050	1,2700	0,100	2,5400	0,150	3,810	0,200	5,080	0,250	6,350	0,300	7,620	0,350	8,890	0,400	10,160	0,450	11,430
																0,500	12,700

decimal de pol.	mm	decimal de pol.	mm	decimal de pol.	mm	decimal de pol.	mm	decimal de pol.	mm	decimal de pol.	mm	decimal de pol.	mm	decimal de pol.	mm	decimal de pol.	mm
0,501	12,725	0,551	13,995	0,601	15,265	0,651	16,535	0,701	17,805	0,751	19,075	0,801	20,345	0,851	21,615	0,901	22,885
0,502	12,751	0,552	14,021	0,602	15,291	0,652	16,561	0,702	17,830	0,752	19,100	0,802	20,370	0,852	21,640	0,902	22,910
0,503	12,776	0,553	14,046	0,603	15,316	0,653	16,586	0,703	17,856	0,753	19,126	0,803	20,396	0,853	21,666	0,903	22,936
0,504	12,801	0,554	14,071	0,604	15,341	0,654	16,611	0,704	17,881	0,754	19,151	0,804	20,421	0,854	21,691	0,904	22,961
0,505	12,827	0,555	14,097	0,605	15,367	0,655	16,637	0,705	17,907	0,755	19,177	0,805	20,447	0,855	21,717	0,905	22,987
0,506	12,852	0,556	14,122	0,606	15,392	0,656	16,662	0,706	17,932	0,756	19,202	0,806	20,472	0,856	21,742	0,906	23,012
0,507	12,878	0,557	14,148	0,607	15,418	0,657	16,687	0,707	17,957	0,757	19,227	0,807	20,497	0,857	21,767	0,907	23,037
0,508	12,903	0,558	14,173	0,608	15,443	0,658	16,713	0,708	17,983	0,758	19,253	0,808	20,523	0,858	21,793	0,908	23,063
0,509	12,928	0,559	14,198	0,609	15,468	0,659	16,738	0,709	18,008	0,759	19,278	0,809	20,548	0,859	21,818	0,909	23,088
0,510	12,954	0,560	14,224	0,610	15,494	0,660	16,764	0,710	18,034	0,760	19,304	0,810	20,574	0,860	21,844	0,910	23,114
0,511	12,974	0,561	14,249	0,611	15,519	0,661	16,789	0,711	18,059	0,761	19,329	0,811	20,599	0,861	21,869	0,911	23,139
0,512	13,005	0,562	14,275	0,612	15,545	0,662	16,814	0,712	18,084	0,762	19,354	0,812	20,624	0,862	21,894	0,912	23,164
0,513	13,030	0,563	14,300	0,613	15,570	0,663	16,840	0,713	18,110	0,763	19,380	0,813	20,650	0,863	21,920	0,913	23,190
0,514	13,055	0,564	14,325	0,614	15,595	0,664	16,865	0,714	18,135	0,764	19,405	0,814	20,675	0,864	21,945	0,914	23,215
0,515	13,081	0,565	14,351	0,615	15,621	0,665	16,891	0,715	18,161	0,765	19,431	0,815	20,701	0,865	21,971	0,915	23,241
0,516	13,106	0,566	14,376	0,616	15,646	0,666	16,916	0,716	18,186	0,766	19,456	0,816	20,726	0,866	21,996	0,916	23,266
0,517	13,132	0,567	14,402	0,617	15,672	0,667	16,941	0,717	18,211	0,767	19,481	0,817	20,751	0,867	22,021	0,917	23,291
0,518	13,157	0,568	14,427	0,618	15,697	0,668	16,967	0,718	18,237	0,768	19,507	0,818	20,777	0,868	22,047	0,918	23,317
0,519	13,182	0,569	14,452	0,619	15,722	0,669	16,992	0,719	18,262	0,769	19,532	0,819	20,802	0,869	22,072	0,919	23,342
0,520	13,208	0,570	14,478	0,620	15,748	0,670	17,018	0,720	18,288	0,770	19,558	0,820	20,828	0,870	22,098	0,920	23,368
0,521	13,233	0,571	14,503	0,621	15,773	0,671	17,043	0,721	18,313	0,771	19,583	0,821	20,853	0,871	22,123	0,921	23,393
0,522	13,259	0,572	14,529	0,622	15,799	0,672	17,068	0,722	18,338	0,772	19,608	0,822	20,878	0,872	22,148	0,922	23,418
0,523	13,284	0,573	14,544	0,623	15,824	0,673	17,094	0,723	18,364	0,773	19,634	0,823	20,904	0,873	22,174	0,923	23,444
0,524	13,309	0,574	14,579	0,624	15,849	0,674	17,119	0,724	18,389	0,774	19,659	0,824	20,929	0,874	22,199	0,924	23,469
0,525	13,335	0,575	14,605	0,625	15,875	0,675	17,145	0,725	18,415	0,775	19,685	0,825	20,955	0,875	22,225	0,925	23,495
0,526	13,360	0,576	14,630	0,626	15,900	0,676	17,170	0,726	18,440	0,776	19,710	0,826	20,980	0,876	22,250	0,926	23,520
0,527	13,386	0,577	15,656	0,627	15,926	0,677	17,195	0,727	18,465	0,777	19,735	0,827	21,005	0,877	22,275	0,927	23,545
0,528	13,411	0,578	14,681	0,628	15,951	0,678	17,221	0,728	18,491	0,778	19,761	0,828	21,031	0,878	22,301	0,928	23,571
0,529	13,436	0,579	14,706	0,629	15,976	0,679	17,246	0,729	18,516	0,779	19,786	0,829	21,056	0,879	22,326	0,929	23,596
0,530	13,462	0,580	14,732	0,630	16,002	0,680	17,272	0,730	18,542	0,780	19,812	0,830	21,082	0,880	22,352	0,930	23,622
0,531	13,487	0,581	14,757	0,631	16,027	0,681	17,297	0,731	18,567	0,781	19,837	0,831	21,107	0,881	22,377	0,931	23,647
0,532	13,513	0,582	14,783	0,632	16,053	0,682	17,322	0,732	18,592	0,782	19,862	0,832	21,132	0,882	22,402	0,932	23,672
0,533	13,538	0,583	14,808	0,633	16,078	0,683	17,348	0,733	18,618	0,783	19,888	0,833	21,158	0,883	22,428	0,933	23,698
0,534	13,563	0,584	14,833	0,634	16,103	0,684	17,373	0,734	18,643	0,784	19,913	0,834	21,183	0,884	22,453	0,934	23,723
0,535	13,589	0,585	14,859	0,635	16,129	0,685	17,399	0,735	18,669	0,785	19,939	0,835	21,209	0,885	22,479	0,935	23,749
0,536	13,614	0,586	14,884	0,636	16,154	0,686	17,424	0,736	18,694	0,786	19,964	0,836	21,234	0,886	22,504	0,936	23,774
0,537	13,640	0,587	14,910	0,637	16,180	0,687	17,449	0,737	18,719	0,787	19,989	0,837	21,259	0,887	22,529	0,937	23,799
0,538	13,665	0,588	14,935	0,638	16,205	0,688	17,475	0,738	18,745	0,788	20,015	0,838	21,285	0,888	22,555	0,938	23,825
0,539	13,690	0,589	14,960	0,639	16,230	0,689	17,500	0,739	18,770	0,789	20,040	0,839	21,310	0,889	22,580	0,939	23,850
0,540	13,716	0,590	14,986	0,640	16,256	0,690	17,526	0,740	18,796	0,790	20,066	0,840	21,336	0,890	22,606	0,940	23,876
0,541	13,741	0,591	15,011	0,641	16,281	0,691	17,551	0,741	18,821	0,791	20,091	0,841	21,361	0,891	22,631	0,941	23,901
0,542	13,767	0,592	15,037	0,642	16,307	0,692	17,576	0,742	18,846	0,792	20,116	0,842	21,386	0,892	22,656	0,942	23,926
0,543	13,792	0,593	15,062	0,643	16,332	0,693	17,602	0,743	18,872	0,793	20,142	0,843	21,412	0,893	22,682	0,943	23,952
0,544	13,817	0,594	15,087	0,644	16,357	0,694	17,627	0,744	18,897	0,794	20,167	0,844	21,437	0,894	22,707	0,944	23,977
0,545	13,843	0,595	15,113	0,645	16,383	0,695	17,653	0,745	18,923	0,795	20,193	0,845	21,463	0,895	22,733	0,945	24,003
0,546	13,868	0,596	15,138	0,646	16,408	0,696	17,678	0,746	18,948	0,796	20,218	0,846	21,488	0,896	22,758	0,946	24,028
0,547	13,894	0,597	15,164	0,647	16,434	0,697	17,703	0,747	18,973	0,797	20,243	0,847	21,513	0,897	22,783	0,947	24,053
0,548	13,919	0,598	15,189	0,648	16,459	0,698	17,729	0,748	18,999	0,798	20,269	0,848	21,539	0,898	22,809	0,948	24,079
0,549	13,944	0,599	15,214	0,649	16,484	0,699	17,754	0,749	19,024	0,799	20,294	0,849	21,564	0,899	22,834	0,949	24,104
0,550	13,970	0,600	15,240	0,650	16,510	0,700	17,780	0,750	19,050	0,800	20,320	0,850	21,590	0,900	22,860	0,950	24,130
																1,000	25,400

# CONVERSÃO DE QUILOGRAMAS EM LIBRAS (AV.)

kg	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	kg	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	2,2	4,4	6,6	8,8	11,0	13,2	15,4	17,6	19,8	500	1102,3	1104,5	1106,7	1108,9	1111,1	1113,3	1115,5	1117,7	1119,9	1122,2
10	22,0	24,3	26,5	28,7	30,9	33,1	35,3	37,5	39,7	41,9	510	1124,4	1126,6	1128,8	1131,0	1133,2	1135,4	1137,6	1139,8	1142,0	1144,2
20	44,1	46,3	48,5	50,7	52,9	55,1	57,3	59,5	61,7	63,9	520	1146,4	1148,6	1150,8	1153,0	1155,2	1157,4	1159,6	1161,8	1164,0	1166,2
30	66,1	68,3	70,5	72,8	75,0	77,2	79,4	81,6	83,8	86,0	530	1168,4	1170,7	1172,9	1175,1	1177,3	1179,5	1181,7	1183,9	1186,1	1188,3
40	88,2	90,4	92,6	94,8	97,0	99,2	101,4	103,6	105,8	108,0	540	1190,5	1192,7	1194,9	1197,1	1199,3	1201,5	1203,7	1205,9	1208,1	1210,3
50	110,2	112,4	114,6	116,8	119,0	121,3	123,5	125,7	127,9	130,1	550	1212,5	1214,7	1217,0	1219,2	1221,4	1223,6	1225,8	1228,0	1230,2	1232,4
60	132,4	134,5	136,7	138,9	141,1	143,3	145,5	147,7	149,9	152,1	560	1234,6	1236,8	1239,0	1241,2	1243,4	1245,6	1247,8	1250,0	1252,2	1254,4
70	154,3	156,5	158,7	160,9	163,1	165,3	167,6	169,8	172,0	174,2	570	1256,6	1258,8	1261,0	1263,2	1265,5	1267,7	1269,9	1272,1	1274,3	1276,5
80	176,4	178,6	180,8	183,0	185,1	187,4	189,6	191,8	194,0	196,2	580	1278,7	1280,9	1283,1	1285,3	1287,5	1289,7	1291,9	1294,1	1296,3	1298,5
90	198,4	200,6	202,8	205,0	207,2	209,4	211,6	213,8	216,1	218,3	590	1300,7	1302,9	1305,1	1307,3	1309,5	1311,8	1314,0	1316,2	1318,4	1320,6
100	220,5	222,7	224,9	227,1	229,3	231,5	233,7	235,9	238,1	240,3	600	1322,8	1325,0	1327,2	1329,4	1331,6	1333,8	1336,0	1338,2	1340,4	1342,6
110	242,5	244,7	246,9	249,1	251,3	253,5	255,7	257,9	260,1	262,4	610	1344,8	1347,0	1349,2	1351,4	1353,6	1355,8	1358,0	1360,3	1362,5	1364,7
120	264,6	266,8	269,0	271,2	273,4	275,6	277,8	280,0	282,2	284,4	620	1366,9	1369,1	1371,3	1373,5	1375,7	1377,9	1380,1	1382,3	1384,5	1386,7
130	286,6	288,8	291,0	293,2	295,4	297,6	299,8	302,0	304,2	306,4	630	1388,9	1391,1	1393,3	1395,5	1397,7	1399,9	1402,1	1404,3	1406,5	1408,8
140	308,6	310,9	313,1	315,3	317,5	319,7	321,9	324,1	326,3	328,5	640	1411,0	1413,2	1415,4	1417,6	1419,8	1422,0	1424,2	1426,4	1428,6	1430,8
150	330,7	332,9	335,1	337,3	339,5	341,7	343,9	346,1	348,3	350,5	650	1433,0	1435,2	1437,4	1439,6	1441,8	1444,0	1446,2	1448,4	1450,6	1452,8
160	352,7	354,9	357,1	359,4	361,6	363,8	366,0	368,2	370,4	372,6	660	1455,1	1457,3	1459,5	1461,7	1463,9	1466,1	1468,3	1470,5	1472,7	1474,9
170	374,8	377,0	379,2	381,4	383,6	385,8	388,0	390,2	392,4	394,6	670	1477,1	1479,3	1481,5	1483,7	1485,9	1488,1	1490,3	1492,5	1494,7	1496,9
180	396,8	399,0	401,2	403,4	405,6	407,9	410,1	412,3	414,5	416,7	680	1499,1	1501,3	1503,5	1505,8	1508,0	1510,2	1512,4	1514,6	1516,8	1519,0
190	418,9	421,1	423,3	425,5	427,7	429,9	432,1	434,3	436,5	438,7	690	1521,2	1523,4	1525,6	1527,8	1530,0	1532,2	1534,4	1536,6	1538,8	1541,0
200	440,9	443,1	445,3	447,5	449,7	451,9	454,2	456,4	458,6	460,8	700	1543,2	1545,4	1547,6	1549,8	1552,1	1554,3	1556,5	1558,7	1560,9	1563,1
210	463,0	465,2	467,4	469,6	471,8	474,0	476,2	478,4	480,6	482,8	710	1565,3	1567,5	1569,7	1571,9	1574,1	1576,3	1578,5	1580,7	1582,9	1585,1
220	485,0	487,2	489,4	491,6	493,8	496,0	498,2	500,4	502,7	504,9	720	1587,3	1589,5	1591,7	1593,9	1596,1	1598,4	1600,6	1602,8	1605,0	1607,2
230	507,1	509,3	511,5	513,7	515,9	518,1	520,3	522,5	524,7	526,9	730	1609,4	1611,6	1613,8	1616,0	1618,2	1620,4	1622,6	1624,8	1627,0	1629,2
240	529,1	531,3	533,5	535,7	537,9	540,1	542,3	544,5	546,7	549,0	740	1631,4	1633,6	1635,8	1638,0	1640,2	1642,4	1644,6	1646,9	1649,1	1651,3
250	551,2	553,4	555,6	557,8	560,0	562,2	564,4	566,6	568,8	571,0	750	1653,5	1655,7	1657,9	1660,1	1662,3	1664,5	1666,7	1668,9	1671,1	1673,3
260	573,2	575,4	577,6	579,8	582,0	584,2	586,4	588,6	590,8	593,0	760	1675,5	1677,7	1679,9	1682,1	1684,3	1686,5	1688,7	1690,9	1693,2	1695,4
270	595,2	597,5	599,7	601,9	604,1	606,3	608,5	610,7	612,9	615,1	770	1697,6	1699,8	1702,0	1704,2	1706,4	1708,6	1710,8	1713,0	1715,2	1717,4
280	617,3	619,5	621,7	623,9	626,1	628,3	630,5	632,7	634,9	637,1	780	1719,6	1721,8	1724,0	1726,2	1728,4	1730,6	1732,8	1735,0	1737,2	1739,4
290	639,3	641,5	643,7	646,0	648,1	650,4	652,6	654,8	657,0	659,2	790	1741,7	1743,9	1746,1	1748,3	1750,5	1752,7	1754,9	1757,1	1759,3	1761,5
300	661,4	663,6	665,8	668,0	670,2	672,4	674,6	676,8	679,0	681,2	800	1763,7	1765,9	1768,1	1770,3	1772,5	1774,7	1776,9	1779,1	1781,3	1783,5
310	683,4	685,6	687,8	690,0	692,3	694,5	696,7	698,9	701,1	703,3	810	1785,7	1787,9	1790,2	1792,4	1794,6	1796,8	1799,0	1801,2	1803,4	1805,6
320	705,5	707,7	709,9	712,1	714,3	716,5	718,7	720,9	723,1	725,3	820	1807,8	1810,0	1812,2	1814,4	1816,6	1818,8	1821,0	1823,2	1825,4	1827,6
330	727,5	729,7	731,9	734,1	736,3	738,5	740,8	743,0	745,2	747,4	830	1829,8	1832,0	1834,2	1836,5	1838,7	1840,9	1843,1	1845,3	1847,5	1849,7
340	749,6	751,8	754,0	756,2	758,4	760,6	762,8	765,0	767,2	769,4	840	1851,9	1854,1	1856,3	1858,5	1860,7	1862,9	1865,1	1867,3	1869,5	1871,7
350	771,6	773,8	776,0	778,2	780,4	782,6	784,8	787,1	789,3	791,5	850	1873,9	1876,1	1878,3	1880,5	1882,7	1885,0	1887,2	1889,4	1891,6	1893,8
360	793,7	795,9	798,1	800,3	802,5	804,7	806,9	809,1	811,3	813,5	860	1896,0	1898,2	1900,4	1902,6	1904,8	1907,0	1909,2	1911,4	1913,6	1915,8
370	815,7	817,9	820,1	822,3	824,5	826,7	828,9	831,1	833,3	835,5	870	1918,0	1920,2	1922,4	1924,6	1926,8	1929,0	1931,2	1933,5	1935,7	1937,9
380	837,8	840,0	842,2	844,4	846,6	848,8	851,0	853,2	855,4	857,6	880	1940,1	1942,3	1944,5	1946,7	1948,9	1951,1	1953,3	1955,5	1957,7	1959,9
390	859,8	862,0	864,2	866,4	868,6	870,8	873,0	875,2	877,4	879,6	890	1962,1	1964,3	1966,5	1968,7	1970,9	1973,1	1975,3	1977,5	1979,8	1982,0
400	881,8	884,1	886,3	888,5	890,7	892,9	895,1	897,3	899,5	901,7	900	1984,2	1986,4	1988,6	1990,8	1993,0	1995,2	1997,4	1999,6	2001,8	2004,0
410	903,9	906,1	908,3	910,5	912,7	914,9	917,1	919,3	921,5	923,7	910	2006,2	2008,4	2010,6	2012,8	2015,0	2017,2	2019,4	2021,6	2023,8	2026,0
420	925,9	928,1	930,4	932,6	934,8	937,0	939,2	941,4	943,6	945,8	920	2028,3	2030,5	2032,7	2034,9	2037,1	2039,3	2041,5	2043,7	2045,9	2048,1
430	948,0	950,2	952,4	954,6	956,8	959,0	961,2	963,4	965,6	967,8	930	2050,3	2052,5	2054,7	2056,9	2059,1	2061,3	2063,5	2065,7	2067,9	2070,1
440	970,0	972,2	974,4	976,6	978,8	981,1	983,3	985,5	987,7	989,9	940	2072,3	2074,5	2076,8	2079,0	2081,2	2083,4	2085,6	2087,8	2090,0	2092,2
450	992,1	994,3	996,5	998,7	1000,9	1003,1	1005,3	1007,5	1009,7	1011,9	950	2094,4	2096,6	2098,8	2101,0	2103,2	2105,4	2107,6	2109,8	2112,0	2114,2
460	1014,1	1016,3	1018,5	1020,7	1022,9	1025,1	1027,3	1029,5	1031,8	1034,0	960	2116,4	2118,6	2120,8	2123,1	2125,3	2127,5	2129,7	2131,9	2134,1	2136,3
470	1036,2	1038,4	1040,6	1042,8	1045,0	1047,2	1049,4	1051,6	1053,8	1056,0	970	2138,5	2140,7	2142,9	2145,1	2147,3	2149,5	2151,7	2153,9	2156,1	2158,3
480	1058,2	1060,4	1062,6	1064,8	1067,0	1069,2	1071,4	1073,7	1075,9	1078,1	980	2160,5	2162,7	2164,9	2167,1	2169,3	2171,6	2173,8	2176,0	2178,2	2180,4
490	1080,3	1082,5	1084,7	1086,9	1089,1	1091,3	1093,5	1095,7	1097,9	1100,1	990	2182,6	2184,8	2187,0	2189,2	2191,4	2193,6	2195,8	2198,0	2200,2	2202,4

# CONVERSÃO DE LIBRAS (AV.) EM QUILOGRAMAS

lb.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	lb.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	...	0,45	0,91	1,36	1,81	2,27	2,72	3,18	3,63	4,08	500	226,80	227,25	227,70	228,16	228,61	229,06	229,52	229,97	230,42	230,88
10	4,54	4,99	5,44	5,90	6,35	6,80	7,26	7,71	8,16	8,62	510	231,33	231,79	232,24	232,69	233,15	233,60	234,05	234,51	234,96	235,41
20	9,07	9,53	9,98	10,43	10,89	11,34	11,79	12,25	12,70	13,15	520	235,87	236,32	236,78	237,23	237,68	238,14	238,59	239,04	239,50	239,95
30	13,61	14,06	14,51	14,97	15,42	15,88	16,33	16,78	17,24	17,69	530	240,40	240,86	241,31	241,76	242,22	242,67	243,13	243,58	244,03	244,49
40	18,14	18,60	19,05	19,50	19,96	20,41	20,87	21,32	21,77	22,23	540	244,94	245,39	245,85	246,30	246,75	247,21	247,66	248,12	248,57	249,02
50	22,68	23,13	23,59	24,04	24,49	24,95	25,40	25,85	26,31	26,76	550	249,48	249,93	250,38	250,84	251,29	251,74	252,20	252,65	253,10	253,56
60	27,22	27,67	28,12	28,58	29,03	29,48	29,94	30,39	30,84	31,30	560	254,01	254,47	254,92	255,37	255,83	256,28	256,73	257,19	257,64	258,09
70	31,75	32,21	32,66	33,11	33,57	34,02	34,47	34,93	35,38	35,83	570	258,55	259,00	259,45	259,91	260,36	260,82	261,27	261,72	262,18	262,63
80	36,29	36,74	37,19	37,65	38,10	38,56	39,01	39,46	39,92	40,37	580	263,08	263,54	263,99	264,44	264,90	265,35	265,81	266,26	266,71	267,17
90	40,82	41,28	41,73	42,18	42,64	43,09	43,54	44,00	44,45	44,91	590	267,62	268,07	268,53	268,98	269,43	269,89	270,34	270,79	271,25	271,70
100	45,36	45,81	46,27	46,72	47,17	47,63	48,08	48,53	48,99	49,44	600	272,16	272,61	273,06	273,52	273,97	274,42	274,88	275,33	275,78	276,24
110	49,90	50,35	50,80	51,26	51,71	52,16	52,62	53,07	53,52	53,98	610	276,69	277,14	277,60	278,05	278,51	278,96	279,41	279,87	280,32	280,77
120	54,43	54,88	55,34	55,79	56,25	56,70	57,15	57,61	58,06	58,51	620	281,23	281,68	282,13	282,59	283,04	283,50	283,95	284,40	284,86	285,31
130	58,97	59,42	59,87	60,33	60,78	61,23	61,69	62,14	62,60	63,05	630	285,76	286,22	286,67	287,12	287,58	288,03	288,48	288,94	289,39	289,85
140	63,50	63,96	64,41	64,86	65,32	65,77	66,22	66,68	67,13	67,59	640	290,30	290,75	291,21	291,66	292,11	292,57	293,02	293,47	293,93	294,38
150	68,04	68,49	68,95	69,40	69,85	70,31	70,76	71,21	71,67	72,12	650	294,84	295,29	295,74	296,20	296,65	297,10	297,56	298,01	298,46	298,92
160	72,57	73,03	73,48	73,94	74,39	74,84	75,30	75,75	76,20	76,66	660	299,37	299,82	300,28	300,73	301,19	301,64	302,09	302,55	303,00	303,45
170	77,11	77,56	78,02	78,47	78,93	79,38	79,83	80,29	80,74	81,19	670	303,91	304,36	304,81	305,27	305,72	306,17	306,63	307,08	307,54	307,99
180	81,65	82,10	82,55	83,01	83,46	83,91	84,37	84,82	85,28	85,73	680	308,44	308,89	309,35	309,80	310,26	310,71	311,16	311,62	312,07	312,53
190	86,18	86,64	87,09	87,54	88,00	88,45	88,90	89,36	89,81	90,26	690	312,98	313,43	313,89	314,34	314,79	315,25	315,70	316,15	316,61	317,06
200	90,72	91,17	91,63	92,08	92,53	92,99	93,44	93,89	94,35	94,80	700	317,51	317,97	318,42	318,88	319,33	319,78	320,24	320,69	321,14	321,60
210	95,25	95,71	96,16	96,62	97,07	97,52	97,98	98,43	98,88	99,34	710	322,05	322,50	322,96	323,41	323,86	324,32	324,77	325,23	325,68	326,13
220	99,79	100,24	100,70	101,15	101,60	102,06	102,51	102,97	103,42	103,87	720	326,59	327,04	327,49	327,95	328,40	328,85	329,31	329,76	330,22	330,67
230	104,33	104,78	105,23	105,69	106,14	106,59	107,05	107,50	107,96	108,41	730	331,12	331,58	332,03	332,48	332,94	333,39	333,84	334,30	334,75	335,20
240	108,86	109,32	109,77	110,22	110,68	111,13	111,58	112,04	112,49	112,94	740	335,66	336,11	336,57	337,02	337,47	337,93	338,38	338,83	339,29	339,74
250	113,40	113,85	114,31	114,76	115,21	115,67	116,12	116,57	117,03	117,48	750	340,19	340,65	341,10	341,56	342,01	342,46	342,92	343,37	343,82	344,28
260	117,93	118,39	118,84	119,29	119,75	120,20	120,66	121,11	121,56	122,02	760	344,73	345,18	345,64	346,09	346,54	347,00	347,45	347,91	348,36	348,81
270	122,47	122,92	123,38	123,83	124,28	124,74	125,19	125,65	126,10	126,55	770	349,27	349,72	350,17	350,63	351,08	351,53	351,99	352,44	352,89	353,35
280	127,01	127,46	127,91	128,37	128,82	129,27	129,73	130,18	130,63	131,09	780	353,80	354,26	354,71	355,16	355,62	356,07	356,52	356,98	357,43	357,88
290	131,54	132,00	132,45	132,90	133,36	133,81	134,26	134,72	135,17	135,62	790	358,34	358,79	359,25	359,70	360,15	360,61	361,06	361,51	361,97	362,42
300	136,08	136,53	136,98	137,44	137,89	138,35	138,80	139,25	139,71	140,16	800	362,87	363,33	363,78	364,23	364,69	365,14	365,60	366,05	366,50	366,96
310	140,61	141,07	141,52	141,97	142,43	142,88	143,34	143,79	144,24	144,70	810	367,41	367,86	368,32	368,77	369,22	369,68	370,13	370,59	371,04	371,49
320	145,15	145,60	146,06	146,51	146,96	147,42	147,87	148,32	148,78	149,23	820	371,95	372,40	372,85	373,31	373,76	374,21	374,67	375,12	375,57	376,03
330	149,69	150,14	150,59	151,05	151,50	151,95	152,41	152,86	153,31	153,77	830	376,48	376,94	377,39	377,84	378,30	378,75	379,20	379,66	380,11	380,56
340	154,22	154,68	155,13	155,58	156,04	156,49	156,94	157,40	157,85	158,30	840	381,02	381,47	381,92	382,38	382,83	383,29	383,74	384,19	384,65	385,10
350	158,76	159,21	159,66	160,12	160,57	161,03	161,48	161,93	162,39	162,84	850	385,55	386,01	386,46	386,91	387,37	387,82	388,28	388,73	389,18	389,64
360	163,29	163,75	164,20	164,65	165,11	165,56	166,01	166,47	166,92	167,38	860	390,09	390,54	391,00	391,45	391,90	392,36	392,81	393,26	393,72	394,17
370	167,83	168,28	168,74	169,19	169,64	170,10	170,55	171,00	171,46	171,91	870	394,63	395,08	395,53	395,99	396,44	396,89	397,35	397,80	398,25	398,71
380	172,37	172,82	173,27	173,73	174,18	174,63	175,09	175,54	175,99	176,45	880	399,16	399,61	400,07	400,52	400,98	401,43	401,88	402,34	402,79	403,24
390	176,90	177,35	177,81	178,26	178,72	179,17	179,62	180,08	180,53	180,98	890	403,78	404,23	404,69	405,14	405,59	406,05	406,50	406,96	407,41	407,87
400	181,44	181,89	182,34	182,80	183,25	183,70	184,16	184,61	185,07	185,52	900	408,23	408,69	409,14	409,59	410,05	410,50	410,95	411,41	411,86	412,32
410	185,97	186,43	186,88	187,33	187,79	188,24	188,69	189,15	189,60	190,06	910	412,77	413,22	413,68	414,13	414,58	415,14	415,49	415,94	416,40	416,85
420	190,51	190,96	191,42	191,87	192,32	192,78	193,23	193,68	194,14	194,59	920	417,31	417,76	418,21	418,67	419,12	419,57	420,03	420,48	420,93	421,39
430	195,04	195,50	195,95	196,41	196,86	197,31	197,77	198,22	198,67	199,13	930	421,84	422,29	422,75	423,20	423,66	424,11	424,56	425,02	425,47	425,92
440	199,58	200,03	200,49	200,94	201,40	201,85	202,30	202,76	203,21	203,66	940	426,38	426,83	427,28	427,74	428,19	428,64	429,10	429,55	430,01	430,46
450	204,12	204,57	205,02	205,48	205,93	206,38	206,84	207,29	207,75	208,20	950	430,91	431,37	431,82	432,27	432,73	433,18	433,63	434,09	434,54	435,00
460	208,65	209,11	209,56	210,01	210,47	210,92	211,37	211,83	212,28	212,73	960	435,45	435,90	436,36	436,81	437,26	437,72	438,17	438,62	439,08	439,53
470	213,19	213,64	214,10	214,55	215,00	215,46	215,91	216,36	216,82	217,27	970	439,98	440,44	440,89	441,35	441,80	442,25	442,71	443,16	443,61	444,07
480	217,72	218,18	218,63	219,09	219,54	219,99	220,45	220,90	221,35	221,81	980	444,52	444,97	445,43	445,88	446,33	446,79	447,24	447,70	448,15	448,60
490	222,26	222,71	223,17	223,62	224,07	224,53	224,98	225,44	225,89	226,34	990	449,06	449,51	449,96	450,42	450,87	451,32	451,78	452,23	452,69	453,14

CONVERSÃO DE CENTÍMETROS EM POLEGADAS

cm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	0,3937	0,7874	1,1811	1,5748	1,9685	2,3622	2,7559	3,1496	3,5433
10	3,9370	4,3307	4,7244	5,1181	5,5118	5,9055	6,2992	6,6929	7,0866	7,4803
20	7,8740	8,2677	8,6614	9,0551	9,4488	9,8425	10,2362	10,6299	11,0236	11,4173

CONVERSÃO DE POLEGADAS EM CENTÍMETROS

in.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	2,540	5,080	7,620	10,160	12,700	15,240	17,780	20,320	22,860
10	25,400	27,940	30,480	33,020	35,560	38,100	40,640	43,180	45,720	48,260
20	50,800	53,340	55,880	58,420	60,960	63,500	66,040	68,580	71,120	73,660

### CONVERSÃO DE QUILOMETROS EM MILHAS

km	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	0,6214	1,2427	1,8641	2,4855	3,1069	3,7282	4,3496	4,9710	5,5923
10	6,2137	6,8351	7,4565	8,0778	8,6992	9,3206	9,9419	10,5633	11,1847	11,8061
20	12,4274	13,0488	13,6702	14,2915	14,9129	15,5343	16,1557	16,7770	17,3984	18,0198
30	18,6412	19,2625	19,8839	20,5053	21,1266	21,7480	22,3694	22,9908	23,6121	24,2335
40	24,8549	25,4762	26,0976	26,7190	27,3404	27,9617	28,5831	29,2045	29,8258	30,4472
50	31,0686	31,6900	32,3113	32,9327	33,5541	34,1754	34,7968	35,4182	36,0396	36,6609
60	37,2823	37,9037	38,5250	39,1464	39,7678	40,3892	41,0105	41,6319	42,2533	42,8746
70	43,4960	44,1174	44,7388	45,3601	45,9815	46,6029	47,2243	47,8456	48,4670	49,0884
80	49,7097	50,3311	50,9525	51,5739	52,1952	52,8166	53,4380	54,0593	54,6807	55,3021
90	55,9235	56,5448	57,1662	57,7876	58,4089	59,0303	59,6517	60,2731	60,8944	61,5158

### CONVERSÃO DE MILHAS EM QUILOMETROS

mile	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	1,609	3,219	4,828	6,437	8,047	9,656	11,265	12,875	14,484
10	16,093	17,703	19,312	20,921	22,531	24,140	25,749	27,359	28,968	30,577
20	32,187	33,796	35,405	37,015	38,624	40,234	41,843	43,452	45,062	46,671
30	48,280	49,890	51,499	53,108	54,718	56,327	57,936	59,546	61,155	62,764
40	64,374	65,983	67,592	69,202	70,811	72,420	74,030	75,639	77,249	78,858
50	80,467	82,076	83,686	85,295	86,904	88,514	90,123	91,732	93,342	94,952
60	96,561	98,170	99,779	101,388	102,998	104,607	106,216	107,826	109,435	111,044
70	112,654	114,263	115,873	117,482	119,091	120,701	122,310	123,919	125,529	127,138
80	128,747	130,357	131,966	133,575	135,185	136,794	138,403	140,013	141,622	143,231
90	144,841	146,450	148,059	149,670	151,278	152,887	154,497	156,106	157,716	159,325

### CONVERSÃO DE QUILOMETROS EM MILHAS MARÍTIMAS

km	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	....	0,54	1,08	1,62	2,16	2,70	3,24	3,78	4,32	4,86
10	5,4	5,94	6,48	7,02	7,55	8,09	8,63	9,17	9,71	10,25
20	10,79	11,33	11,87	12,41	12,95	13,49	14,03	14,57	15,11	15,65
30	16,19	16,73	17,27	17,81	18,35	18,89	19,43	19,97	20,51	21,04
40	21,58	22,12	22,66	23,20	23,74	24,28	24,82	25,36	25,90	26,44
50	26,98	27,52	28,06	28,60	29,14	29,68	30,22	30,76	31,30	31,84
60	32,38	32,92	33,46	34,00	34,54	35,07	35,61	36,15	36,69	37,23
70	37,77	38,31	38,85	39,39	39,93	40,47	41,01	41,55	42,09	42,63
80	43,17	43,71	44,25	44,79	45,33	45,87	46,41	46,95	47,49	48,03
90	48,57	49,10	49,64	50,18	50,72	51,26	51,80	52,34	52,88	53,42

### CONVERSÃO DE MILHAS MARÍTIMAS EM QUILOMETROS

naut. mile	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	....	1,85	3,70	5,56	7,41	9,27	11,12	12,97	14,82	16,68
10	18,53	20,38	22,24	24,09	25,94	27,80	29,65	31,50	33,36	35,21
20	37,06	38,92	40,77	42,62	44,48	46,33	48,18	50,04	51,89	53,74
30	55,59	57,45	59,30	61,15	63,01	64,86	66,71	68,57	70,42	72,27
40	74,13	75,98	77,83	79,69	81,54	83,39	85,25	87,10	88,95	90,81
50	92,66	94,51	96,36	98,22	100,07	101,92	103,78	105,63	107,48	109,34
60	111,19	113,04	114,90	116,75	118,60	120,46	122,31	124,16	126,02	127,87
70	129,72	131,58	133,43	135,28	137,14	138,99	140,84	142,70	144,55	146,40
80	148,25	150,11	151,96	153,81	155,67	157,52	159,37	161,23	163,08	164,93
90	166,79	168,64	170,49	172,35	174,20	176,05	177,91	179,76	181,61	183,47

### CONVERSÃO DE CENT. QUADRADOS EM POLEG. QUADRADAS

cm <sup>2</sup>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	0,1550	0,3100	0,4650	0,6200	0,7750	0,9300	1,0850	1,2400	1,3950
10	1,5500	1,7050	1,8600	2,0150	2,1700	2,3250	2,4800	2,6350	2,7900	2,9450
20	3,1000	3,2550	3,4100	3,5650	3,7200	3,8750	4,0300	4,1850	4,3400	4,4950
30	4,6500	4,8050	4,9600	5,1150	5,2700	5,4250	5,5800	5,7350	5,8900	6,0450
40	6,2000	6,3550	6,5100	6,6650	6,8200	6,9750	7,1300	7,2850	7,4400	7,5950
50	7,7500	7,9050	8,0600	8,2150	8,3700	8,5250	8,6800	8,8350	8,9900	9,1450
60	9,3000	9,4550	9,6100	9,7650	9,9200	10,0750	10,2300	10,3850	10,5400	10,6950
70	10,8500	11,0050	11,1600	11,3150	11,4700	11,6250	11,7800	11,9350	12,0900	12,2450
80	12,4000	12,5550	12,7100	12,8650	13,0200	13,1750	13,3300	13,4850	13,6400	13,7950
90	13,9500	14,1050	14,2600	14,4150	14,5700	14,7250	14,8800	15,0350	15,1900	15,3450

### CONVERSÃO DE POLEG. QUADRADAS EM CENT. QUADRADOS

sq. in.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	6,452	12,903	19,355	25,807	32,258	38,710	45,161	51,613	58,065
10	64,516	70,968	77,420	83,871	90,323	96,774	103,226	109,678	116,129	122,581
20	129,033	135,484	141,936	148,387	154,839	161,291	167,742	174,194	180,646	187,097
30	193,549	200,000	206,452	212,904	219,355	225,807	232,259	238,710	245,162	251,613
40	258,065	264,517	270,968	277,420	283,872	290,323	296,775	303,226	309,678	316,130
50	322,581	329,033	335,485	341,936	348,388	354,839	361,291	367,743	374,194	380,646
60	387,098	393,549	400,001	406,452	412,904	419,356	425,807	432,259	438,711	445,162
70	451,614	458,065	464,517	470,969	477,420	483,872	490,324	496,775	503,227	509,678
80	516,130	522,582	529,033	535,485	541,937	548,388	554,840	561,291	567,743	574,195
90	580,646	587,098	593,550	600,001	606,453	612,904	619,356	625,808	632,259	638,711



### CONVERSÃO DE METROS QUADRADOS EM PÉS QUADRADOS

m <sup>2</sup>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	10,764	21,528	32,292	43,056	53,820	64,584	75,348	86,111	96,875
10	107,639	118,403	129,167	139,931	150,695	161,459	172,223	182,987	193,751	204,515
20	215,279	226,043	236,806	247,570	258,334	269,098	279,862	290,626	301,390	312,154
30	322,918	333,682	344,446	355,210	365,974	376,738	387,501	398,265	409,029	419,793
40	430,557	441,321	452,085	462,849	473,613	484,377	495,141	505,905	516,669	527,433
50	538,196	548,960	559,724	570,488	581,252	592,016	602,780	613,544	624,308	635,072
60	645,836	656,600	667,364	678,128	688,891	699,655	710,419	721,183	731,947	742,711
70	753,475	764,239	775,003	785,767	796,531	807,295	818,059	828,823	839,586	850,350
80	861,114	871,878	882,642	893,406	904,170	914,934	925,698	936,462	947,226	957,990
90	968,754	979,518	990,281	1001,04	1011,81	1022,57	1033,34	1044,10	1054,86	1065,63

### CONVERSÃO DE PÉS QUADRADOS EM METROS QUADRADOS

sq. ft.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	0,0929	0,1858	0,2787	0,3716	0,4645	0,5574	0,6503	0,7432	0,8361
10	0,9290	1,0219	1,1148	1,2077	1,3006	1,3935	1,4864	1,5793	1,6723	1,7652
20	1,8581	1,9510	2,0439	2,1368	2,2297	2,3226	2,4155	2,5084	2,6013	2,6942
30	2,7871	2,8800	2,9729	3,0658	3,1587	3,2516	3,3445	3,4374	3,5303	3,6232
40	3,7161	3,8090	3,9019	3,9948	4,0877	4,1806	4,2735	4,3664	4,4593	4,5522
50	4,6451	4,7380	4,8309	4,9239	5,0168	5,1097	5,2026	5,2955	5,3884	5,4813
60	5,5742	5,6671	5,7600	5,8529	5,9458	6,0387	6,1316	6,2245	6,3174	6,4103
70	6,5032	6,5961	6,6890	6,7819	6,8748	6,9677	7,0606	7,1535	7,2464	7,3393
80	7,4322	7,5251	7,6180	7,7109	7,8038	7,8967	7,9896	8,0826	8,1755	8,2684
90	8,3613	8,4542	8,5471	8,6400	8,7329	8,8258	8,9187	9,0116	9,1045	9,1974

### CONVERSÃO DE CENT. CÚBICOS EM POLEG. CÚBICAS

cm <sup>3</sup>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	0,06102	0,12205	0,18307	0,24409	0,30512	0,36614	0,42716	0,48819	0,54921
10	0,61023	0,67126	0,73228	0,79330	0,85433	0,91535	0,97637	1,03740	1,09842	1,15944
20	1,22047	1,28149	1,34251	1,40354	1,46456	1,52559	1,58661	1,64763	1,70866	1,76968
30	1,83070	1,89173	1,95275	2,01377	2,07480	2,13582	2,19684	2,25787	2,31889	2,37991
40	2,44094	2,50196	2,56298	2,62401	2,68503	2,74605	2,80708	2,86810	2,92912	2,99015
50	3,05117	3,11219	3,17322	3,23424	3,29526	3,35629	3,41731	3,47833	3,53936	3,60038
60	3,66140	3,72243	3,78345	3,84447	3,90550	3,96652	4,02754	4,08857	4,14959	4,21061
70	4,27164	4,33266	4,39368	4,45471	4,51573	4,57675	4,63778	4,69880	4,75983	4,82085
80	4,88187	4,94290	5,00392	5,06494	5,12597	5,18699	5,24801	5,30904	5,37006	5,43108
90	5,49211	5,55313	5,61415	5,67518	5,73620	5,79722	5,85825	5,91927	5,98029	6,04132

### CONVERSÃO DE POLEG. CÚBICAS EM CENT. CÚBICOS

cu. in.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	16,39	32,77	49,16	65,55	81,94	98,32	114,71	131,10	147,48
10	163,87	180,26	196,65	213,03	229,42	245,81	262,19	278,58	294,97	311,36
20	327,74	344,13	360,52	376,90	393,29	409,68	426,07	442,45	458,84	475,23
30	491,61	508,00	524,39	540,78	557,16	573,55	589,94	606,32	622,71	639,10
40	655,49	671,87	688,26	704,65	721,04	737,42	753,81	770,20	786,58	802,97
50	819,36	835,75	852,13	868,52	884,91	901,29	917,68	934,07	950,46	966,84
60	983,23	999,62	1016,00	1032,39	1048,78	1065,17	1081,55	1097,94	1114,33	1130,71
70	1147,10	1163,49	1179,88	1196,26	1212,65	1229,04	1245,42	1261,81	1278,20	1294,59
80	1310,97	1327,36	1343,75	1360,13	1376,52	1392,91	1409,30	1425,68	1442,07	1458,46
90	1474,84	1491,23	1507,62	1524,01	1540,39	1556,78	1573,17	1589,55	1605,94	1622,33

### CONVERSÃO DE METROS CÚBICOS EM PÉS CÚBICOS

m <sup>3</sup>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	35,31	70,63	105,94	141,26	176,57	211,89	247,20	282,52	317,83
10	353,14	388,46	423,78	459,09	494,41	529,72	565,04	600,35	635,66	670,98
20	706,29	741,61	776,92	812,24	847,55	882,87	918,18	953,50	988,81	1024,13
30	1059,44	1094,75	1130,07	1165,39	1200,70	1236,02	1271,33	1306,65	1341,96	1377,27
40	1412,59	1447,90	1483,22	1518,53	1553,85	1589,16	1624,48	1659,79	1695,10	1730,42
50	1765,74	1801,05	1836,37	1871,68	1906,99	1942,31	1977,63	2012,94	2048,25	2083,57
60	2118,88	2154,20	2189,51	2224,83	2260,14	2295,46	2330,77	2366,09	2401,40	2436,72
70	2472,03	2507,35	2542,66	2577,98	2613,29	2648,61	2683,92	2719,24	2754,55	2789,86
80	2825,18	2860,49	2895,81	2931,12	2966,44	3001,75	3037,07	3072,38	3107,70	3143,01
90	3178,33	3213,64	3248,96	3284,27	3319,59	3354,90	3390,22	3425,53	3460,85	3496,16

### CONVERSÃO DE PÉS CÚBICOS EM METROS CÚBICOS

cu. ft.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	....	0,0283	0,0566	0,0850	0,1133	0,1416	0,1699	0,1982	0,2265	0,2549
10	0,2832	0,3115	0,3398	0,3681	0,3964	0,4248	0,4531	0,4814	0,5097	0,5380
20	0,5663	0,5947	0,6230	0,6513	0,6796	0,7079	0,7362	0,7646	0,7929	0,8212
30	0,8495	0,8778	0,9061	0,9345	0,9628	0,9911	1,0194	1,0477	1,0760	1,1044
40	1,1327	1,1610	1,1893	1,2176	1,2459	1,2743	1,3026	1,3309	1,3592	1,3875
50	1,4158	1,4442	1,4725	1,5008	1,5291	1,5574	1,5857	1,6141	1,6424	1,6707
60	1,6990	1,7273	1,7556	1,7840	1,8123	1,8406	1,8689	1,8972	1,9255	1,9539
70	1,9822	2,0105	2,0388	2,0671	2,0954	2,1238	2,1521	2,1804	2,2087	2,2370
80	2,2653	2,2937	2,3220	2,3503	2,3786	2,4069	2,4352	2,4636	2,4919	2,5202
90	2,5485	2,5768	2,6051	2,6335	2,6618	2,6901	2,7184	2,7467	2,7750	2,8034

### CONVERSÃO DE LITROS EM GALÕES INGLESES

ℓ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	0,2200	0,4400	0,6600	0,8800	1,1000	1,3199	1,5398	1,7598	1,9798
10	2,1998	2,4197	2,6397	2,8597	3,0797	3,2996	3,5196	3,7396	3,9596	4,1795
20	4,3995	4,6195	4,8395	5,0594	5,2794	5,4994	5,7194	5,9393	6,1593	6,3793
30	6,5993	6,8192	7,0392	7,2592	7,4792	7,6991	7,9191	8,1391	8,3591	8,5790
40	8,7990	9,0190	9,2390	9,4589	9,6789	9,8989	10,1189	10,3388	10,5588	10,7788
50	10,9988	11,2187	11,4387	11,6587	11,8787	12,0986	12,3186	12,5386	12,7586	12,9785
60	13,1985	13,4185	13,6385	13,8584	14,0784	14,2984	14,5184	14,7384	14,9583	15,1783
70	15,3983	15,6183	15,8382	16,0582	16,2782	16,4982	16,7181	16,9381	17,1581	17,3781
80	17,5980	17,8180	18,0380	18,2580	18,4779	18,6979	18,9179	19,1379	19,3578	19,5778
90	19,7978	20,0178	20,2377	20,4577	20,6777	20,8977	21,1176	21,3376	21,5576	21,7776

### CONVERSÃO DE GALÕES INGLESES EM LITROS

gal. (imp)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	4,546	9,092	13,638	18,184	22,730	27,276	31,822	36,368	40,914
10	45,460	50,006	54,552	59,098	63,643	68,189	72,735	77,281	81,827	86,373
20	90,919	95,465	100,011	104,557	109,103	113,649	118,195	122,741	127,287	131,833
30	136,379	140,925	145,471	150,017	154,563	159,109	163,655	168,201	172,747	177,293
40	181,839	186,384	190,930	195,476	200,022	204,568	209,114	213,660	218,206	222,752
50	227,298	231,844	236,390	240,936	245,482	250,028	254,574	259,120	263,666	268,212
60	272,758	277,304	281,850	286,396	290,942	295,488	300,034	304,580	309,125	313,671
70	318,217	322,763	327,309	331,855	336,401	340,947	345,493	350,039	354,585	359,131
80	363,677	368,223	372,769	377,315	381,861	386,407	390,953	395,499	400,045	404,591
90	409,137	413,683	418,229	422,775	427,321	431,866	436,412	440,958	445,504	450,050

### CONVERSÃO DE LITROS EM GALÕES U.S.

ℓ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	0,2642	0,5283	0,7925	1,0567	1,3208	1,5850	1,8492	2,1134	2,3775
10	2,6417	2,9059	3,1700	3,4342	3,6984	3,9625	4,2267	4,4909	4,7551	5,0192
20	5,2834	5,5476	5,8117	6,0759	6,3401	6,6042	6,8684	7,1326	7,3968	7,6609
30	7,9251	8,1893	8,4534	8,7176	8,9818	9,2459	9,5101	9,7743	10,0385	10,3026
40	10,5668	10,8310	11,0951	11,3593	11,6235	11,8876	12,1518	12,4160	12,6802	12,9443
50	13,2085	13,4727	13,7368	14,0010	14,2652	14,5293	14,7935	15,0577	15,3219	15,5860
60	15,8502	16,1144	16,3785	16,6427	16,9069	17,1710	17,4352	17,6994	17,9636	18,2277
70	18,4919	18,7561	19,0202	19,2844	19,5486	19,8127	20,0769	20,3411	20,6053	20,8694
80	21,1336	21,3978	21,6619	21,9261	22,1903	22,4544	22,7186	22,9828	23,2470	23,5111
90	23,7753	24,0395	24,3036	24,5678	24,8320	25,0961	25,3603	25,6245	25,8887	26,1528

### CONVERSÃO DE GALÕES U.S. EM LITROS

gal.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	3,785	7,571	11,356	15,142	18,927	22,712	26,498	30,283	34,069
10	37,854	41,639	45,425	49,210	52,996	56,781	60,566	64,352	68,137	71,923
20	75,708	79,493	83,279	87,064	90,849	94,635	98,420	102,206	105,991	109,777
30	113,562	117,347	121,133	124,918	128,704	132,489	136,274	140,060	143,845	147,631
40	151,416	155,201	158,987	162,772	166,558	170,343	174,128	177,914	181,699	185,485
50	189,270	193,055	196,841	200,626	204,412	208,197	211,982	215,768	219,553	223,339
60	227,124	230,909	234,695	238,480	242,266	246,051	249,836	253,622	257,407	261,195
70	264,978	268,763	272,549	276,334	280,119	283,905	287,690	291,476	295,261	299,047
80	302,832	306,617	310,403	314,188	317,974	321,759	325,544	329,330	333,115	336,901
90	340,686	344,471	348,257	352,042	355,828	359,613	363,398	367,184	370,969	374,755

### CONVERSÃO DE TONELADAS EM TONELADAS CURTAS

t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	....	1,102	2,204	3,307	4,409	5,512	6,614	7,716	8,818	9,921
10	11,023	12,125	13,228	14,330	15,132	16,535	17,637	18,739	19,842	20,944
20	22,046	23,149	24,251	25,353	26,455	27,558	28,660	29,762	30,865	31,967
30	33,069	34,172	35,274	36,376	37,479	38,581	39,683	40,786	41,888	42,990
40	44,092	45,195	46,297	47,399	48,502	49,604	50,706	51,809	52,911	54,013
50	55,116	56,218	57,320	58,422	59,525	60,627	61,729	62,832	63,934	65,036
60	66,139	67,241	68,343	69,446	70,548	71,650	72,753	73,855	74,957	76,059
70	77,162	78,264	79,366	80,469	81,571	82,673	83,776	84,878	85,980	87,083
80	88,185	89,287	90,390	91,492	92,594	93,696	94,799	95,901	97,003	98,106
90	99,208	100,310	101,413	102,515	103,617	104,720	105,822	106,924	108,026	109,129

### CONVERSÃO DE TONELADAS CURTAS EM TONELADAS

ton. (short)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	....	0,907	1,814	2,721	3,628	4,536	5,443	6,350	7,257	8,164
10	9,072	9,979	10,886	11,793	12,701	13,608	14,515	15,422	16,329	17,237
20	18,144	19,051	19,958	20,865	21,772	22,680	23,587	24,494	25,401	26,308
30	27,216	28,123	29,030	29,937	30,844	31,751	32,659	33,566	34,473	35,380
40	36,287	37,195	38,102	39,009	39,916	40,823	41,731	42,638	43,545	44,452
50	45,359	46,266	47,174	48,081	48,988	49,895	50,802	51,710	52,617	53,524
60	54,431	55,338	56,245	57,153	58,060	58,967	59,874	60,781	61,689	62,596
70	63,503	64,410	65,317	66,225	67,132	68,039	68,946	69,853	70,760	71,668
80	72,575	73,482	74,389	75,296	76,204	77,111	78,018	78,925	79,832	80,739
90	81,647	82,554	83,461	84,368	85,275	86,183	87,090	87,997	88,904	89,811

### CONVERSÃO DE TONELADAS EM TONELADAS LONGAS

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	0,9842	1,9684	2,9526	3,9368	4,9210	5,9052	6,8894	7,8736	8,8578
10	9,8420	10,8263	11,8105	12,7947	13,7789	14,7631	15,7473	16,7315	17,7157	18,6999
20	19,6841	20,6683	21,6525	22,6367	23,6209	24,6051	25,5894	26,5736	27,5578	28,5420
30	29,5261	30,5104	31,4946	32,4788	33,4630	34,4472	35,4314	36,4156	37,3998	38,3840
40	39,3682	40,3524	41,3367	42,3209	43,3051	44,2893	45,2735	46,2577	47,2419	48,2261
50	49,2103	50,1945	51,1787	52,1629	53,1471	54,1313	55,1155	56,0997	57,0839	58,0682
60	59,0523	60,0366	61,0208	62,0050	62,9892	63,9734	64,9576	65,9418	66,9260	67,9102
70	68,8944	69,8786	70,8628	71,8470	72,8312	73,8155	74,7997	75,7839	76,7681	77,7523
80	78,7364	79,7207	80,7049	81,6891	82,6733	83,6575	84,6417	85,6259	86,6101	87,5943
90	88,5785	89,5627	90,5469	91,5312	92,5154	93,4996	94,4838	95,4680	96,4522	97,4364

### CONVERSÃO DE TONELADAS LONGAS EM TONELADAS

ton. (long.)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	1,0160	2,0321	3,0481	4,0641	5,0802	6,0962	7,1123	8,1283	9,1444
10	10,1604	11,1765	12,1926	13,2086	14,2247	15,2407	16,2568	17,2728	18,2889	19,3049
20	20,3209	21,3370	22,3530	23,3691	24,3851	25,4012	26,4172	27,4333	28,4493	29,4654
30	30,4814	31,4975	32,5135	33,5296	34,5456	35,5617	36,5777	37,5938	38,6098	39,6259
40	40,6419	41,6579	42,6740	43,6900	44,7061	45,7221	46,7382	47,7542	48,7703	49,7863
50	50,8024	51,8184	52,8345	53,8505	54,8666	55,8826	56,8987	57,9147	58,9308	59,9468
60	60,9628	61,9789	62,9949	64,0110	65,0270	66,0431	67,0591	68,0752	69,0912	70,1073
70	71,1233	72,1394	73,1554	74,1715	75,1875	76,2036	77,2196	78,2357	79,2517	80,2678
80	81,2838	82,2998	83,3159	84,3319	85,3480	86,3640	87,3801	88,3961	89,4122	90,4282
90	91,4442	92,4603	93,4764	94,4924	95,5085	96,5245	97,5406	98,5566	99,5727	100,5887

### CONVERSÃO DE LIBRAS POR PÉ EM QUILOG. POR METRO

lb./ft.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	1,488	2,976	4,464	5,953	7,441	8,929	10,417	11,905	13,393
10	14,882	16,370	17,858	19,346	20,834	22,322	23,811	25,299	26,787	28,275
20	29,763	31,251	32,740	34,228	35,716	37,204	38,692	40,180	41,669	43,157
30	44,645	46,133	47,621	49,109	50,597	52,086	53,574	55,062	56,550	58,038
40	59,526	61,015	62,503	63,991	65,479	66,967	68,455	69,944	71,432	72,920
50	74,408	75,896	77,384	78,873	80,361	81,849	83,337	84,825	86,313	87,801
60	89,290	90,778	92,266	93,754	95,242	96,730	98,219	99,707	101,195	102,683
70	104,171	105,659	107,148	108,636	110,124	111,612	113,100	114,588	116,077	117,565
80	119,053	120,541	122,029	123,517	125,006	126,494	127,982	129,470	130,958	132,446
90	133,934	135,423	136,911	138,399	139,887	141,375	142,863	144,352	145,840	147,328

### CONVERSÃO DE QUILOG. POR METRO EM LIBRAS POR PÉ

kg/m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	0,6720	1,3439	2,0159	2,6879	3,3599	4,0318	4,7038	5,3758	6,0477
10	6,7197	7,3917	8,0636	8,7356	9,4076	10,0796	10,7515	11,4235	12,0955	12,7674
20	13,4394	14,1114	14,7833	15,4553	16,1273	16,7993	17,4712	18,1432	18,8152	19,4871
30	20,1591	20,8311	21,5030	22,1750	22,8470	23,5190	24,1909	24,8629	25,5349	26,2068
40	26,8788	27,5508	28,2227	28,8947	29,5667	30,2387	30,9106	31,5826	32,2546	32,9265
50	33,5985	34,2705	34,9424	35,6144	36,2864	36,9584	37,6303	38,3023	38,9743	39,6462
60	40,3182	40,9902	41,6621	42,3341	43,0061	43,6781	44,3500	45,0220	45,6940	46,3659
70	47,0379	47,7099	48,3818	49,0538	49,7258	50,3978	51,0697	51,7417	52,4137	53,0856
80	53,7576	54,4296	55,1015	55,7735	56,4455	57,1175	57,7894	58,4614	59,1334	59,8053
90	60,4773	61,1493	61,8212	62,4932	63,1652	63,8372	64,5091	65,1811	65,8531	66,5250

### CONVERSÃO DE QUILOGRÂMETROS EM PÉS - LIBRA

kgm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	7,233	14,466	21,699	28,932	36,165	43,398	50,631	57,864	65,097
10	72,330	79,563	86,796	94,029	101,262	108,495	115,728	122,961	130,194	137,427
20	144,660	151,893	159,126	166,359	173,592	180,825	188,058	195,292	202,525	209,758
30	216,991	224,224	231,457	238,690	245,923	253,156	260,389	267,622	274,855	282,088
40	289,321	296,554	303,787	311,020	318,253	325,486	332,719	339,952	347,185	354,418
50	361,651	368,884	376,117	383,350	390,583	397,816	405,049	412,282	419,515	426,748
60	433,981	441,214	448,447	455,680	462,913	470,146	477,379	484,612	491,845	499,078
70	506,311	513,544	520,777	528,010	535,243	542,476	549,709	556,942	564,175	571,409
80	578,642	585,875	593,108	600,341	607,574	614,807	622,040	629,273	636,506	643,739
90	650,972	658,205	665,438	672,671	679,904	687,137	694,370	701,603	708,836	716,069

### CONVERSÃO DE PÉS - LIBRA EM QUILOGRÂMETROS

ft. lb.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	0,1383	0,2765	0,4148	0,5530	0,6913	0,8295	0,9678	1,1060	1,2443
10	1,3825	1,5208	1,6591	1,7973	1,9356	2,0738	2,2121	2,3503	2,4886	2,6268
20	2,7651	2,9034	3,0416	3,1799	3,3181	3,4564	3,5946	3,7329	3,8711	4,0094
30	4,1476	4,2859	4,4242	4,5624	4,7007	4,8389	4,9772	5,1154	5,2537	5,3919
40	5,5302	5,6684	5,8067	5,9450	6,0832	6,2215	6,3597	6,4980	6,6362	6,7745
50	6,9127	7,0510	7,1893	7,3275	7,4658	7,6040	7,7423	7,8805	8,0188	8,1570
60	8,2953	8,4336	8,5718	8,7101	8,8483	8,9866	9,1248	9,2631	9,4013	9,5396
70	9,6778	9,8161	9,9544	10,0926	10,2309	10,3691	10,5074	10,6456	10,7839	10,9221
80	11,0604	11,1987	11,3369	11,4752	11,6134	11,7517	11,8899	12,0282	12,1664	12,3047
90	12,4429	12,5812	12,7195	12,8577	12,9960	13,1342	13,2725	13,4107	13,5490	13,6872

# CONVERSÃO DE JOULES EM QUILOGRÂMETROS

J	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	0,1019	0,2038	0,3058	0,4077	0,5096	0,6115	0,7134	0,8154	0,9173
10	1,0192	1,1211	1,2230	1,3249	1,4269	1,5288	1,6307	1,7326	1,8345	1,9365
20	2,0384	2,1403	2,2422	2,3441	2,4461	2,5480	2,6499	2,7518	2,8537	2,9557
30	3,0576	3,1595	3,2614	3,3633	3,4653	3,5672	3,6691	3,7710	3,8729	3,9748
40	4,0768	4,1787	4,2806	4,3825	4,4844	4,5864	4,6883	4,7902	4,8921	4,9940
50	5,0960	5,1979	5,2998	5,4017	5,5036	5,6056	5,7075	5,8094	5,9113	6,0132
60	6,1151	6,2171	6,3190	6,4209	6,5228	6,6247	6,7267	6,8286	6,9305	7,0324
70	7,1343	7,2363	7,3382	7,4401	7,5420	7,6439	7,7459	7,8478	7,9497	8,0516
80	8,1535	8,2554	8,3574	8,4593	8,5612	8,6631	8,7650	8,8670	8,9689	9,0708
90	9,1727	9,2746	9,3766	9,4785	9,5804	9,6823	9,7842	9,8862	9,9881	10,0900

# CONVERSÃO DE QUILOGRÂMETROS EM JOULES

kgm	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	9,812	19,623	29,435	39,247	49,059	58,870	68,682	78,494	88,305
10	98,117	107,929	117,740	127,552	137,364	147,176	156,987	166,799	176,611	186,422
20	196,234	206,046	215,857	225,669	235,481	245,293	255,104	264,916	274,728	284,539
30	294,351	304,163	313,974	323,786	333,598	343,410	353,221	363,033	372,845	382,656
40	392,468	402,280	412,091	421,903	431,715	441,527	451,338	461,150	470,962	480,773
50	490,585	500,397	510,208	520,020	529,832	539,644	549,455	559,267	569,079	578,890
60	588,702	598,514	608,325	618,137	627,949	637,761	647,572	657,384	667,196	677,007
70	686,819	696,631	706,442	716,254	726,066	735,878	745,689	755,501	765,313	775,124
80	784,936	794,748	804,559	814,371	824,183	833,995	843,806	853,618	863,430	873,241
90	883,053	892,865	902,676	912,488	922,300	932,112	941,923	951,735	961,547	971,358

# CONVERSÃO DE QUILOWATTS EM HP

kw	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	1,340	2,681	4,021	5,361	6,702	8,042	9,382	10,723	12,063
10	13,404	14,744	16,084	17,425	18,765	20,105	21,446	22,786	24,126	25,467
20	26,807	28,147	29,488	30,828	32,169	33,509	34,849	36,190	37,530	38,870
30	40,211	41,551	42,891	44,232	45,572	46,912	48,253	49,593	50,933	52,274
40	53,614	54,955	56,295	57,635	58,976	60,316	61,656	62,997	64,337	65,677
50	67,018	68,358	69,698	71,039	72,379	73,720	75,060	76,400	77,741	79,081
60	80,421	81,762	83,102	84,442	85,783	87,123	88,464	89,804	91,144	92,484
70	93,825	95,165	96,506	97,846	99,186	100,527	101,867	103,207	104,548	105,888
80	107,228	108,569	109,909	111,249	112,590	113,930	115,271	116,611	117,951	119,292
90	120,632	121,972	123,313	124,653	125,993	127,334	128,674	130,014	131,355	132,695

# CONVERSÃO DE HP EM QUILOWATTS

HP	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	0,746	1,492	2,238	2,984	3,730	4,476	5,222	5,969	6,715
10	7,461	8,207	8,953	9,699	10,445	11,191	11,937	12,683	13,429	14,175
20	14,921	15,667	16,414	17,160	17,906	18,652	19,398	20,144	20,890	21,636
30	22,382	23,128	23,874	24,620	25,366	26,112	26,859	27,605	28,351	29,097
40	29,843	30,589	31,335	32,081	32,827	33,573	34,319	35,065	35,811	36,557
50	37,304	38,050	38,796	39,542	40,288	41,034	41,780	42,526	43,272	44,018
60	44,764	45,510	46,256	47,002	47,749	48,495	49,241	49,987	50,733	51,479
70	52,225	52,971	53,717	54,463	55,209	55,955	56,701	57,447	58,194	58,940
80	59,686	60,432	61,178	61,924	62,670	63,416	64,162	64,908	65,654	66,400
90	67,146	67,892	68,639	69,385	70,131	70,877	71,623	72,369	73,115	73,861

# CONVERSÃO DE CV EM HP

cv	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	0,9864	1,9727	2,9590	3,9453	4,9317	5,9180	6,9044	7,8907	8,8770
10	9,8634	10,8497	11,8360	12,8224	13,8087	14,7951	15,7814	16,7677	17,7541	18,7404
20	19,7267	20,7131	21,6994	22,6857	23,6721	24,6584	25,6448	26,6311	27,6174	28,6038
30	29,5901	30,5764	31,5628	32,5491	33,5354	34,5218	35,5081	36,4945	37,4808	38,4671
40	39,4535	40,4398	41,4261	42,4125	43,3988	44,3852	45,3715	46,3578	47,3442	48,3305
50	49,3168	50,3032	51,2895	52,2758	53,2622	54,2485	55,2349	56,2212	57,2075	58,1939
60	59,1802	60,1665	61,1529	62,1392	63,1255	64,1119	65,0982	66,0846	67,0709	68,0572
70	69,0436	70,0299	71,0162	72,0026	72,9889	73,9753	74,9616	75,9479	76,9343	77,9206
80	78,9069	79,8933	80,8796	81,8659	82,8523	83,8386	84,8250	85,8113	86,7976	87,7840
90	88,7703	89,7566	90,7430	91,7293	92,7156	93,7020	94,6883	95,6747	96,6610	97,6473

# CONVERSÃO DE HP EM CV

HP	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	1,0138	2,0277	3,0415	4,0554	5,0692	6,0831	7,0969	8,1108	9,1246
10	10,1385	11,1524	12,1662	13,1801	14,1939	15,2078	16,2216	17,2355	18,2493	19,2632
20	20,2770	21,2909	22,3047	23,3186	24,3324	25,3463	26,3601	27,3740	28,3878	29,4017
30	30,4155	31,4294	32,4432	33,4571	34,4709	35,4848	36,4986	37,5125	38,5263	39,5402
40	40,5540	41,5679	42,5817	43,5956	44,6094	45,6233	46,6371	47,6509	48,6648	49,6787
50	50,6925	51,7064	52,7202	53,7341	54,7479	55,7618	56,7756	57,7895	58,8033	59,8172
60	60,8310	61,8449	62,8587	63,8726	64,8864	65,9003	66,9141	67,9280	68,9418	69,9557
70	70,9695	71,9834	72,9972	74,0111	75,0249	76,0388	77,0526	78,0665	79,0803	80,0942
80	81,1080	82,1219	83,1357	84,1496	85,1634	86,1773	87,1911	88,2050	89,2188	90,2327
90	91,2465	92,2604	93,2742	94,2881	95,3019	96,3158	97,3296	98,3435	99,3573	100,3712

### CONVERSÃO DE QUILOCALORIA EM BTU

kcal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	3,968	7,937	11,905	15,873	19,842	23,810	27,778	31,746	35,715
10	39,683	43,651	47,620	51,588	55,556	59,525	63,493	67,461	71,429	75,398
20	79,366	83,334	87,303	91,271	95,239	99,208	103,176	107,144	111,112	115,081
30	119,049	123,017	126,986	130,954	134,922	138,891	142,859	146,827	150,795	154,764
40	158,732	162,700	166,669	170,637	174,605	178,574	182,542	186,510	190,478	194,447
50	198,415	202,383	206,352	210,320	214,288	218,257	222,225	226,193	230,161	234,130
60	238,098	242,066	246,035	250,003	253,971	257,940	261,908	265,876	269,844	273,813
70	277,781	281,749	285,718	289,686	293,654	297,623	301,591	305,559	309,527	313,496
80	317,464	321,432	325,401	329,369	333,337	337,306	341,274	345,242	349,210	353,179
90	357,147	361,115	365,084	369,052	373,020	376,989	380,957	384,925	388,893	392,862

### CONVERSÃO DE BTU EM QUILOCALORIA

BTU	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	0,252	0,504	0,756	1,008	1,260	1,512	1,764	2,016	2,268
10	2,52	2,772	3,024	3,276	3,528	3,780	4,032	4,284	4,536	4,788
20	5,04	5,292	5,544	5,796	6,048	6,300	6,552	6,804	7,056	7,308
30	7,56	7,812	8,064	8,316	8,568	8,820	9,072	9,324	9,576	9,828
40	10,08	10,332	10,584	10,836	11,088	11,340	11,592	11,844	12,096	12,348
50	12,60	12,852	13,104	13,356	13,608	13,860	14,112	14,364	14,616	14,868
60	15,12	15,372	15,624	15,876	16,128	16,380	16,632	16,884	17,136	17,388
70	17,64	17,892	18,144	18,396	18,648	18,900	19,152	19,404	19,656	19,908
80	20,16	20,412	20,664	20,916	21,168	21,420	21,672	21,924	22,176	22,428
90	22,68	22,932	23,184	23,436	23,688	23,940	24,192	24,444	24,696	24,948

### CONVERSÃO DE JOULES EM BTU

$\frac{j}{1000}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	0,947	1,895	2,842	3,789	4,736	5,684	6,631	7,578	8,526
10	9,473	10,420	11,368	12,315	13,262	14,210	15,157	16,104	17,051	17,999
20	18,946	19,893	20,841	21,788	22,735	23,683	24,630	25,577	26,524	27,472
30	28,419	29,366	30,314	31,261	32,208	33,156	34,103	35,050	35,997	36,945
40	37,892	38,839	39,787	40,734	41,681	42,629	43,576	44,523	45,470	46,418
50	47,365	48,312	49,260	50,207	51,154	52,102	53,049	53,996	54,943	55,891
60	56,838	57,785	58,733	59,680	60,627	61,575	62,522	63,469	64,416	65,364
70	66,311	67,258	68,206	69,153	70,100	71,048	71,995	72,942	73,889	74,837
80	75,784	76,731	77,679	78,626	79,573	80,521	81,468	82,415	83,362	84,310
90	85,257	86,204	87,152	88,099	89,046	89,994	90,941	91,888	92,835	93,783

### CONVERSÃO DE BTU EM JOULES

BTU	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	1056	2111	3167	4223	5278	6334	7389	8445	9501
10	10556	11612	12668	13723	14779	15834	16890	17946	19001	20057
20	21113	22168	23224	24280	25335	26391	27446	28502	29558	30613
30	31669	32725	33780	34836	35891	36947	38003	39058	40114	41170
40	42225	43281	44337	45392	46448	47503	48559	49615	50670	51726
50	52782	53837	54893	55948	57004	58060	59115	60171	61227	62282
60	63338	64394	65449	66505	67560	68616	69672	70727	71783	72839
70	73894	74950	76005	77061	78117	79172	80228	81284	82339	83395
80	84451	85506	86562	87617	88673	89729	90784	91840	92896	93951
90	95007	96062	97118	98174	99229	100285	101341	102396	103452	104508

### CONVERSÃO DE CALORIA EM JOULES

cal	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	4,19	8,38	12,57	16,76	20,95	25,14	29,33	33,51	37,70
10	41,89	46,08	50,27	54,46	58,65	62,84	67,03	71,22	75,41	79,60
20	83,79	87,98	92,17	96,36	100,54	104,73	108,92	113,11	117,30	121,49
30	125,68	129,87	134,06	138,25	142,44	146,63	150,82	155,01	159,20	163,39
40	167,57	171,76	175,95	180,14	184,33	188,52	192,71	196,90	201,09	205,28
50	209,47	213,66	217,85	222,04	226,23	230,41	234,60	238,79	242,98	247,17
60	251,36	255,55	259,74	263,93	268,12	272,31	276,50	280,69	284,88	289,07
70	293,26	297,44	301,63	305,82	310,01	314,20	318,39	322,58	326,77	330,96
80	335,15	339,34	343,53	347,72	351,91	356,10	360,28	364,47	368,66	372,85
90	377,04	381,23	385,42	389,61	393,80	397,99	402,18	406,37	410,56	414,75

### CONVERSÃO DE JOULES EM CALORIA

j	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	0,239	0,477	0,716	0,955	1,194	1,432	1,671	1,910	2,148
10	2,387	2,626	2,864	3,103	3,342	3,581	3,819	4,058	4,297	4,535
20	4,774	5,013	5,251	5,490	5,729	5,968	6,208	6,445	6,684	6,922
30	7,161	7,400	7,638	7,877	8,116	8,355	8,593	8,832	9,071	9,309
40	9,548	9,787	10,025	10,264	10,503	10,742	10,980	11,219	11,458	11,696
50	11,935	12,174	12,412	12,651	12,890	13,129	13,367	13,606	13,845	14,083
60	14,322	14,561	14,799	15,038	15,277	15,516	15,754	15,993	16,232	16,470
70	16,709	16,948	17,186	17,425	17,664	17,903	18,141	18,380	18,619	18,857
80	19,096	19,335	19,573	19,812	20,051	20,290	20,528	20,767	21,006	21,244
90	21,483	21,722	21,960	22,199	22,438	22,677	22,915	23,154	23,393	23,631

### CONVERSÃO DE QUILOCALORIAS POR SEG. EM QUILOWATTS

kw	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	4,184	8,368	12,552	16,736	20,920	25,104	29,288	33,472	37,656
10	41,840	46,024	50,208	54,392	58,576	62,760	66,944	71,128	75,312	79,496
20	83,680	87,864	92,048	96,232	100,416	104,600	108,784	112,968	117,152	121,336
30	125,520	129,704	133,888	138,072	142,256	146,440	150,624	154,808	158,992	163,176
40	167,360	171,544	175,728	179,912	184,096	188,280	192,464	196,648	200,832	205,016
50	209,200	213,384	217,568	221,752	225,936	230,120	234,304	238,488	242,672	246,856
60	251,040	255,224	259,408	263,592	267,776	271,960	276,144	280,328	284,512	288,696
70	292,880	297,064	301,248	305,432	309,616	313,800	317,984	322,168	326,352	330,536
80	334,720	338,904	343,088	347,272	351,456	355,640	359,824	364,008	368,192	372,376
90	376,560	380,744	384,928	389,112	393,296	397,480	401,664	405,848	410,032	414,216

### CONVERSÃO DE QUILOWATTS EM QUILOCALORIAS POR SEG.

kcal/s	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	0,239	0,478	0,717	0,956	1,195	1,434	1,673	1,912	2,151
10	2,390	2,629	2,868	3,107	3,346	3,585	3,824	4,063	4,302	4,541
20	4,780	5,019	5,258	5,497	5,736	5,975	6,214	6,453	6,692	6,931
30	7,170	7,409	7,648	7,887	8,126	8,365	8,604	8,843	9,082	9,321
40	9,560	9,799	10,038	10,277	10,516	10,755	10,994	11,233	11,472	11,711
50	11,950	12,189	12,428	12,667	12,906	13,145	13,384	13,623	13,862	14,101
60	14,340	14,579	14,818	15,057	15,296	15,535	15,774	16,013	16,252	16,491
70	16,730	16,969	17,208	17,447	17,686	17,925	18,164	18,403	18,642	18,881
80	19,120	19,359	19,598	19,837	20,076	20,315	20,554	20,793	21,033	21,272
90	21,511	21,750	21,989	22,228	22,467	22,706	22,945	23,184	23,423	23,662

### CONVERSÃO DE QUILOMETROS POR HORA EM PÉS POR SEG.

kgm/h	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	0,9113	1,8227	2,7340	3,6454	4,5567	5,4681	6,3794	7,2907	8,2021
10	9,1134	10,0248	10,9361	11,8475	12,7588	13,6702	14,5815	15,4929	16,4042	17,3155
20	18,2269	19,1382	20,0496	20,9609	21,8723	22,7836	23,6950	24,6063	25,5176	26,4290
30	27,3403	28,2517	29,1630	30,0744	30,9857	31,8971	32,8084	33,7198	34,6311	35,5424
40	36,4538	37,3651	38,2765	39,1878	40,0992	41,0105	41,9219	42,8332	43,7446	44,6559
50	45,5672	46,4786	47,3899	48,3013	49,2126	50,1240	51,0353	51,9467	52,8580	53,7694
60	54,6807	55,5920	56,5034	57,4147	58,3261	59,2374	60,1488	61,0601	61,9715	62,8828
70	63,7941	64,7055	65,6168	66,5282	67,4395	68,3509	69,2622	70,1736	71,0849	71,9963
80	72,0976	73,0089	74,0203	75,0316	76,0430	77,0543	78,0657	79,0770	80,0884	81,0997
90	82,0211	82,9324	83,8437	84,7551	85,6664	86,5778	87,4891	88,4005	89,3118	90,2232

### CONVERSÃO DE PÉS POR SEG. EM QUILOMETROS POR HORA

ft/sec	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	1,0972	2,1945	3,2918	4,3891	5,4864	6,5837	7,6809	8,7782	9,8755
10	10,9728	12,0700	13,1673	14,2646	15,3619	16,4592	17,5564	18,6537	19,7510	20,8483
20	21,9456	23,0428	24,1401	25,2374	26,3347	27,4320	28,5292	29,6265	30,7238	31,8211
30	32,9184	34,0156	35,1129	36,2102	37,3075	38,4047	39,5020	40,5993	41,6966	42,7939
40	43,8911	44,9884	46,0857	47,1830	48,2803	49,3775	50,4748	51,5721	52,6694	53,7667
50	54,8639	55,9612	57,0585	58,1558	59,2530	60,3503	61,5576	62,5449	63,6422	64,7394
60	65,8367	66,9340	68,0313	69,1285	70,2258	71,3231	72,4204	73,5177	74,6149	75,7122
70	76,8095	77,9068	79,0041	80,1013	81,1986	82,2959	83,3932	84,4905	85,5877	86,6850
80	87,7823	88,8796	89,9768	91,0741	92,1714	93,2687	94,3660	95,4632	96,5605	97,6578
90	98,7551	99,8524	100,949	102,047	103,144	104,241	105,339	106,436	107,533	108,631

### CONVERSÃO DE QUILOMETROS POR HORA EM MILHAS POR HORA

km/h	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	0,6214	1,2427	1,8641	2,4855	3,1069	3,7282	4,3496	4,9710	5,5923
10	6,2137	6,8351	7,4565	8,0778	8,6992	9,3206	9,9419	10,5633	11,1847	11,8061
20	12,4274	13,0488	13,6702	14,2915	14,9129	15,5343	16,1557	16,7770	17,3984	18,0198
30	18,6412	19,2625	19,8839	20,5053	21,1266	21,7480	22,3694	22,9908	23,6121	24,2335
40	24,8549	25,4762	26,0976	26,7190	27,3404	27,9617	28,5831	29,2045	29,8258	30,4472
50	31,0686	31,6900	32,3113	32,9327	33,5541	34,1754	34,7968	35,4182	36,0396	36,6609
60	37,2823	37,9037	38,5250	39,1464	39,7678	40,3892	41,0105	41,6319	42,2533	42,8746
70	43,4960	44,1174	44,7388	45,3601	45,9815	46,6029	47,2243	47,8456	48,4670	49,0884
80	49,7097	50,3311	50,9525	51,5739	52,1952	52,8166	53,4380	54,0593	54,6807	55,3021
90	55,9235	56,5448	57,1662	57,7876	58,4089	59,0303	59,6517	60,2731	60,8944	61,5158

### CONVERSÃO DE MILHAS POR HORA EM QUILOMETROS POR HORA

mile/h	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	.....	1,6093	3,2187	4,8280	6,4374	8,0467	9,6561	11,2654	12,8747	14,4841
10	16,0934	17,7028	19,3121	20,9215	22,5308	24,1401	25,7495	27,3588	28,9682	30,5775
20	32,1869	33,7962	35,4055	37,0149	38,6242	40,2336	41,8429	43,4523	45,0616	46,6709
30	48,2803	49,8896	51,4990	53,1083	54,7176	56,3270	57,9363	59,5457	61,1550	62,7644
40	64,3737	65,9830	67,5924	69,2017	70,8111	72,4204	74,0298	75,6391	77,2484	78,8578
50	80,4671	82,0765	83,6858	85,2952	86,9045	88,5138	90,1232	91,7325	93,3419	94,9512
60	96,5606	98,1699	99,7792	101,388	102,998	104,607	106,216	107,826	109,435	111,044
70	112,654	114,263	115,873	117,482	119,091	120,701	122,310	123,919	125,529	127,138
80	128,747	130,357	131,966	133,575	135,185	136,794	138,403	140,013	141,622	143,231
90	144,841	146,450	148,059	149,669	151,278	152,887	154,497	156,106	157,715	159,325

# CONVERSÃO DE kg/cm<sup>2</sup> EM lb/sq.in.

N é o número em kg/cm<sup>2</sup> ou lb/sq.in. que se quer converter em lb/sq.in. ou kg/cm<sup>2</sup>

kg/cm <sup>2</sup>	N	lb/sq.in.	kg/cm <sup>2</sup>	N	lb/sq.in.	kg/cm <sup>2</sup>	N	lb/sq.in.	kg/cm <sup>2</sup>	N	lb/sq.in.	kg/cm <sup>2</sup>	N	lb/sq.in.	kg/cm <sup>2</sup>	N	lb/sq.in.	kg/cm <sup>2</sup>	N	lb/sq.in.
0,0703	1	14,22	1,1249	16	227,57	2,1795	31	440,92	3,2341	46	654,27	4,2887	61	867,62	5,3433	76	1080,97	6,3979	91	1294,32
0,1406	2	28,22	1,1952	17	241,80	2,2498	32	455,15	3,3044	47	668,50	4,3590	62	881,85	5,4136	77	1095,20	6,4682	92	1308,55
0,2109	3	42,67	1,2655	18	256,02	2,3201	33	469,37	3,3747	48	682,72	4,4293	63	896,07	5,4839	78	1109,42	6,5386	93	1322,77
0,2812	4	56,89	1,3358	19	270,24	2,3904	34	483,59	3,4450	49	696,94	4,4996	64	910,29	5,5543	79	1123,64	6,6089	94	1336,99
0,3515	5	71,12	1,4061	20	284,47	2,4607	35	497,82	3,5154	50	711,17	4,5700	65	924,52	5,6246	80	1137,87	6,6792	95	1351,22
0,4218	6	85,34	1,4764	21	298,69	2,5311	36	512,04	3,5857	51	725,39	4,6403	66	938,74	5,6949	81	1152,09	6,7495	96	1365,44
0,4921	7	99,56	1,5468	22	312,91	2,6014	37	526,26	3,6560	52	739,61	4,7106	67	952,96	5,7652	82	1166,31	6,8198	97	1379,66
0,5625	8	113,79	1,6171	23	327,14	2,6717	38	540,49	3,7263	53	753,84	4,7809	68	967,19	5,8355	83	1180,54	6,8901	98	1393,89
0,6328	9	128,01	1,6874	24	341,36	2,7420	39	554,71	3,7966	54	768,06	4,8512	69	981,41	5,9058	84	1194,76	6,9604	99	1408,11
0,7031	10	142,23	1,7577	25	355,58	2,8123	40	568,93	3,8669	55	782,28	4,9215	70	995,63	5,9761	85	1208,98	7,0307	100	1422,33
0,7734	11	156,46	1,8280	26	369,81	2,8826	41	583,16	3,9372	56	796,51	4,9918	71	1009,86	6,0464	86	1223,21	7,1338	110	1564,57
0,8437	12	170,68	1,8983	27	384,03	2,9529	42	597,38	4,0075	57	810,73	5,0621	72	1024,08	6,1167	87	1237,43	8,4368	120	1706,80
0,9140	13	184,90	1,9686	28	398,25	3,0232	43	611,60	4,0778	58	824,95	5,1324	73	1038,30	6,1870	88	1251,65	9,1399	130	1849,03
0,9843	14	199,13	2,0389	29	412,48	3,0935	44	625,83	4,1481	59	839,18	5,2027	74	1052,53	6,2573	89	1265,88	9,8430	140	1991,27
1,0546	15	213,35	2,1092	30	426,70	3,1638	45	640,05	4,2184	60	853,40	5,2730	75	1066,75	6,3276	90	1280,10	10,5460	150	2133,50

# BTU POR LIBRA EM QUILOCALORIA POR QUILOGRAMA

N é o número em BTU/lb. ou kcal/kg que se quer converter em kcal/kg ou BTU/lb.

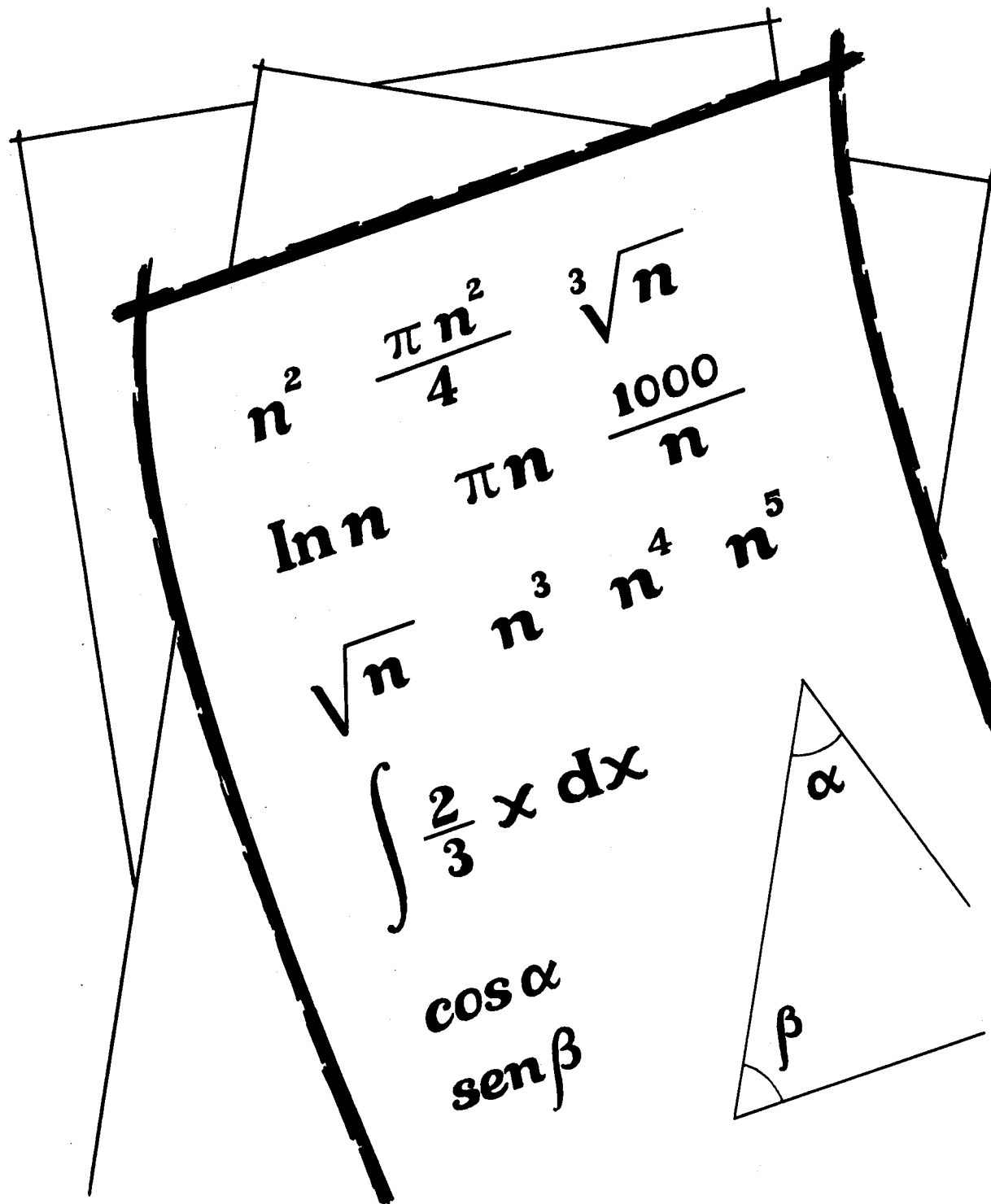
BTU/lb.	N	kcal/kg	BTU/lb.	N	kcal/kg	BTU/lb.	N	kcal/kg	BTU/lb.	N	kcal/kg	BTU/lb.	N	kcal/kg	BTU/lb.	N	kcal/kg	BTU/lb.	N	kcal/kg
180	100	56	5580	3100	1722	10980	6100	3389	16380	9100	5056	21780	12100	6722	27180	15100	8389	32580	18100	10056
360	200	111	5760	3200	1778	11160	6200	3444	16560	9200	5111	21960	12200	6778	27360	15200	8444	32760	18200	10111
540	300	167	5940	3300	1833	11340	6300	3500	16740	9300	5167	22140	12300	6833	27540	15300	8500	32940	18300	10167
720	400	222	6120	3400	1889	11520	6400	3556	16920	9400	5222	22320	12400	6889	27720	15400	8556	33120	18400	10222
900	500	278	6300	3500	1944	11700	6500	3611	17100	9500	5278	22500	12500	6944	27900	15500	8611	33300	18500	10278
1080	600	333	6480	3600	2000	11880	6600	3667	17280	9600	5333	22680	12600	7000	28080	15600	8667	33480	18600	10333
1260	700	389	6660	3700	2056	12060	6700	3722	17460	9700	5389	22860	12700	7056	28260	15700	8722	33660	18700	10389
1440	800	444	6840	3800	2111	12240	6800	3778	17640	9800	5444	23040	12800	7111	28440	15800	8778	33840	18800	10444
1620	900	500	7020	3900	2167	12420	6900	3833	17820	9900	5500	23220	12900	7167	28620	15900	8833	34020	18900	10500
1800	1000	556	7200	4000	2222	12600	7000	3889	18000	10000	5556	23400	13000	7222	28800	16000	8889	34200	19000	10556
1980	1100	611	7380	4100	2278	12780	7100	3944	18180	10100	5611	23580	13100	7278	28980	16100	8944	34380	19100	10611
2160	1200	667	7560	4200	2333	12960	7200	4000	18360	10200	5667	23760	13200	7333	29160	16200	9000	34560	19200	10667
2340	1300	722	7740	4300	2389	13140	7300	4056	18540	10300	5722	23940	13300	7389	29340	16300	9056	34740	19300	10722
2520	1400	778	7920	4400	2444	13320	7400	4111	18720	10400	5778	24120	13400	7444	29520	16400	9111	34920	19400	10778
2700	1500	833	8100	4500	2500	13500	7500	4167	18900	10500	5833	24300	13500	7500	29700	16500	9167	35100	19500	10833
2880	1600	889	8280	4600	2556	13680	7600	4222	19080	10600	5889	24480	13600	7556	29880	16600	9222	35280	19600	10889
3060	1700	944	8460	4700	2611	13860	7700	4278	19260	10700	5944	24660	13700	7611	30060	16700	9278	35460	19700	10944
3240	1800	1000	8640	4800	2667	14040	7800	4333	19440	10800	6000	24840	13800	7667	30240	16800	9333	35640	19800	11000
3420	1900	1056	8820	4900	2722	14220	7900	4389	19620	10900	6056	25020	13900	7722	30420	16900	9389	35820	19900	11056
3600	2000	1111	9000	5000	2778	14400	8000	4444	19800	11000	6111	25200	14000	7778	30600	17000	9444	36000	20000	11111
3780	2100	1167	9180	5100	2833	14580	8100	4500	19980	11100	6167	25380	14100	7833	30780	17100	9500	36180	20100	11167
3960	2200	1222	9360	5200	2889	14760	8200	4556	20160	11200	6222	25560	14200	7889	30960	17200	9556	36360	20200	11222
4140	2300	1278	9540	5300	2944	14940	8300	4611	20340	11300	6278	25740	14300	7944	31140	17300	9611	36540	20300	11278
4320	2400	1333	9720	5400	3000	15120	8400	4667	20520	11400	6333	25920	14400	8000	31320	17400	9667	36720	20400	11333
4500	2500	1389	9900	5500	3056	15300	8500	4722	20700	11500	6389	26100	14500	8056	31500	17500	9722	36900	20500	11389
4680	2600	1444	10080	5600	3111	15480	8600	4778	20880	11600	6444	26280	14600	8111	31680	17600	9778	37080	20600	11444
4860	2700	1500	10260	5700	3167	15660	8700	4833	21060	11700	6500	26460	14700	8167	31860	17700	9833	37260	20700	11500
5040	2800	1556	10440	5800	3222	15840	8800	4889	21240	11800	6556	26640	14800	8222	32040	17800	9889	37440	20800	11556
5220	2900	1611	10620	5900	3278	16020	8900	4944	21420	11900	6611	26820	14900	8278	32220	17900	9944	37620	20900	11611
5400	3000	1667	10800	6000	3333	16200	9000	5000	21600	12000	6667	27000	15000	8333	32400	18000	10000	37800	21000	11667



°C	N	°F	°C	N	°F	°C	N	°F	°C	N	°F	°C	N	°F	°C	N	°F	°C	N	°F
-62,2	-80	-112,0	-28,9	-20	-4,0	4,4	40	104,0	37,8	100	212,0	71,1	160	320,0	104,4	220	428,0	137,8	280	536,0
-61,7	-79	-110,2	-28,3	-19	-2,2	5,0	41	105,8	38,3	101	213,8	71,7	161	321,8	105,0	221	429,8	138,3	281	537,8
-61,1	-78	-108,4	-27,8	-18	-0,4	5,6	42	107,6	38,9	102	215,6	72,2	162	323,6	105,6	222	431,6	138,9	282	539,6
-60,6	-77	-106,6	-27,2	-17	1,4	6,1	43	109,4	39,4	103	217,4	72,8	163	325,4	106,1	223	433,4	139,4	283	541,4
-60,0	-76	-104,8	-26,7	-16	3,2	6,7	44	111,2	40,0	104	219,3	73,3	164	327,2	106,7	224	435,2	140,0	284	543,2
-59,4	-75	-103,0	-26,1	-15	5,0	7,2	45	113,0	40,6	105	221,0	73,9	165	329,0	107,2	225	437,0	140,6	285	545,0
-58,9	-74	-101,2	-25,6	-14	6,8	7,8	46	114,8	41,1	106	222,8	74,4	166	330,8	107,8	226	438,8	141,1	286	546,8
-58,3	-73	-99,4	-25,0	-13	8,6	8,3	47	116,6	41,7	107	224,6	75,0	167	332,6	108,3	227	440,6	141,7	287	548,6
-57,8	-72	-97,6	-24,4	-12	10,4	8,9	48	118,4	42,2	108	226,4	75,6	168	334,4	108,9	228	442,4	142,2	288	550,4
-57,2	-71	-95,8	-23,9	-11	12,2	9,4	49	120,2	42,8	109	228,2	76,1	169	336,2	109,4	229	444,2	142,8	289	552,2
-56,7	-70	-94,0	-23,3	-10	14,0	10,0	50	122,0	43,3	110	230,0	76,7	170	338,0	110,0	230	446,0	143,3	290	554,0
-56,1	-69	-92,2	-22,8	-9	15,8	10,6	51	123,8	43,9	111	231,8	77,2	171	339,8	110,6	231	447,8	143,9	291	555,8
-55,6	-68	-90,4	-22,2	-8	17,6	11,1	52	125,6	44,4	112	233,6	77,8	172	341,6	111,1	232	449,6	144,4	292	557,6
-55,0	-67	-88,6	-21,7	-7	19,4	11,7	53	127,4	45,0	113	235,4	78,3	173	343,4	111,7	233	451,4	145,0	293	559,4
-54,4	-66	-86,8	-21,1	-6	21,1	12,2	54	129,2	45,6	114	237,2	78,9	174	345,2	112,2	234	453,2	145,6	294	561,2
-53,9	-65	-85,0	-20,6	-5	23,0	12,8	55	131,0	46,1	115	239,0	79,4	175	347,0	112,8	235	455,0	146,1	295	563,0
-53,3	-64	-83,2	-20,0	-4	24,8	13,3	56	132,8	46,7	116	240,8	80,0	176	348,8	113,3	236	456,8	146,7	296	564,8
-52,8	-63	-81,4	-19,4	-3	26,6	13,9	57	134,6	47,2	117	242,6	80,6	177	350,6	113,9	237	458,6	147,2	297	566,6
-52,2	-62	-79,6	-18,9	-2	28,4	14,4	58	136,4	47,8	118	244,4	81,1	178	352,4	114,4	238	460,4	147,8	298	568,4
-51,7	-61	-77,8	-18,3	-1	30,2	15,0	59	138,2	48,3	119	246,2	81,7	179	354,2	115,0	239	462,2	148,3	299	570,2



°C	N	°F	°C	N	°F	°C	N	°F	°C	N	°F	°C	N	°F	°C	N	°F	°C	N	°F
171,1	340	644,0	204,4	400	752,0	237,8	460	860,0	266	510	950	593	1100	2012	927	1700	3092	1260	2300	4172
171,7	341	645,8	205,0	401	753,8	238,3	461	861,8	271	520	968	599	1110	2030	932	1710	3110	1266	2310	4190
172,2	342	647,6	205,6	402	755,6	238,9	462	863,6	277	530	986	604	1120	2048	938	1720	3128	1271	2320	4208
172,8	343	649,4	206,1	403	757,4	239,4	463	865,4	282	540	1004	610	1130	2066	943	1730	3146	1277	2330	4226
173,3	344	651,2	206,7	404	759,2	240,0	464	867,2	288	550	1022	616	1140	2084	949	1740	3164	1282	2340	4244
173,9	345	653,0	207,2	405	761,0	240,6	465	869,0	293	560	1040	621	1150	2102	954	1750	3182	1288	2350	4262
174,4	346	654,8	207,8	406	762,8	241,1	466	870,8	299	570	1058	627	1160	2120	960	1760	3200	1293	2360	4280
175,0	347	656,6	208,3	407	764,6	241,7	467	872,6	304	580	1076	632	1170	2138	966	1770	3218	1299	2370	4298
175,6	348	658,4	208,9	408	766,4	242,2	468	874,4	310	590	1094	638	1180	2156	971	1780	3236	1304	2380	4316
176,1	349	660,2	209,4	409	768,2	242,8	469	876,2	316	600	1112	643	1190	2174	977	1790	3254	1310	2390	4334
176,7	350	662,0	210,0	410	770,0	243,3	470	878,0	321	610	1130	649	1200	2192	982	1800	3272	1316	2400	4352
177,2	351	663,8	210,6	411	771,8	243,9	471	879,8	327	620	1148	654	1210	2210	988	1810	3290	1321	2410	4370
177,8	352	665,6	211,1	412	773,6	244,4	472	881,6	332	630	1166	660	1220	2228	993	1820	3308	1327	2420	4388
178,3	353	667,4	211,7	413	775,4	245,0	473	883,4	338	640	1184	666	1230	2246	999	1830	3326	1332	2430	4406
178,9	354	669,2	212,2	414	777,2	245,6	474	885,2	343	650	1202	671	1240	2264	1004	1840	3344	1338	2440	4424
179,4	355	671,0	212,8	415	779,0	246,1	475	887,0	349	660	1220	677	1250	2282	1010	1850	3562	1343	2450	4442
180,0	356	672,8	213,3	416	780,8	246,7	476	888,8	354	670	1238	682	1260	2300	1016	1860	3380	1349	2460	4460
180,6	357	674,6	213,9	417	782,6	247,2	477	890,6	360	680	1256	688	1270	2318	1021	1870	3398	1354	2470	4478
181,1	358	676,4	214,4	418	784,4	247,8	478	892,4	366	690	1274	693	1280	2336	1027	1880	3416	1360	2480	4496
181,7	359	678,2	215,0	419	786,2	248,3	479	894,2	371	700	1292	699	1290	2354	1032	1890	3434	1366	2490	4514
182,2	360	680,0	215,6	420	788,0	248,9	480	896,0	377	710	1310	704	1300	2372	1038	1900	3452	1371	2500	4532
182,8	361	681,8	216,1	421	789,8	249,4	481	897,8	382	720	1328	710	1310	2390	1043	1910	3470	1377	2510	4550
183,3	362	683,6	216,7	422	791,6	250,0	482	899,6	388	730	1346	716	1320	2408	1049	1920	3488	1382	2520	4568
183,9	363	685,4	217,2	423	793,4	250,6	483	901,4	393	740	1364	721	1330	2426	1054	1930	3506	1388	2530	4586
184,4	364	687,2	217,8	424	795,2	251,1	484	903,2	399	750	1382	727	1340	2444	1060	1940	3524	1393	2540	4604
185,0	365	689,0	218,3	425	797,0	251,7	485	905,0	404	760	1400	732	1350	2462	1066	1950	3542	1399	2550	4622
185,6	366	690,8	218,9	426	798,8	252,2	486	906,8	410	770	1418	738	1360	2480	1071	1960	3560	1404	2560	4640
186,1	367	692,6	219,4	427	800,6	252,8	487	908,6	416	780	1436	743	1370	2498	1077	1970	3578	1410	2570	4658
186,7	368	694,4	220,0	428	802,4	253,3	488	910,4	421	790	1454	749	1380	2516	1082	1980	3596	1416	2580	4676
187,2	369	696,2	220,6	429	804,2	253,9	489	912,2	427	800	1472	754	1390	2534	1088	1990	3614	1421	2590	4694
187,8	370	698,0	221,1	430	806,0	254,4	490	914,0	432	810	1490	760	1400	2552	1093	2000	3632	1427	2600	4712
188,3	371	699,8	221,7	431	807,8	255,0	491	915,8	438	820	1508	766	1410	2570	1099	2010	3650	1432	2610	4730
188,9	372	701,6	222,2	432	809,6	255,6	492	917,6	443	830	1526	771	1420	2588	1104	2020	3668	1438	2620	4748
189,4	373	703,4	222,8	433	811,4	256,1	493	919,4	449	840	1544	777	1430	2606	1110	2030	3686	1443	2630	4766
190,0	374	705,2	223,3	434	813,2	256,7	494	921,2	454	850	1562	782	1440	2624	1116	2040	3704	1449	2640	4784
190,6	375	707,0	223,9	435	815,0	257,2	495	923,0	460	860	1580	788	1450	2642	1121	2050	3722	1454	2650	4802
191,1	376	708,8	224,4	436	816,8	257,8	496	924,8	466	870	1598	793	1460	2660	1127	2060	3740	1460	2660	4820
191,7	377	710,6	225,0	437	818,6	258,3	497	926,6	471	880	1616	799	1470	2678	1132	2070	3758	1466	2670	4838
192,2	378	712,4	225,6	438	820,4	258,9	498	928,4	477	890	1634	804	1480	2696	1138	2080	3778	1471	2680	4856
192,8	379	714,2	226,1	439	822,2	259,4	499	930,2	482	900	1652	810	1490	2714	1143	2090	3794	1477	2690	4874
193,3	380	716,0	226,7	440	824,0	260,0	500	932,0	488	910	1670	816	1500	2732	1149	2100	3812	1482	2700	4892
193,9	381	717,8	227,2	441	825,8	260,6	501	933,8	493	920	1688	821	1510	2750	1154	2110	3830	1488	2710	4910
194,4	382	719,6	227,8	442	827,6	261,1	502	935,6	499	930	1706	827	1520	2768	1160	2120	3848	1493	2720	4928
195,0	383	721,4	228,3	443	829,4	261,7	503	937,4	504	940	1724	832	1530	2786	1166	2130	3866	1499	2730	4946
195,6	384	723,2	228,9	444	831,2	262,2	504	939,2	510	950	1742	838	1540	2804	1171	2140	3884	1504	2740	4964
196,1	385	725,0	229,4	445	833,0	262,8	505	941,0	516	960	1760	843	1550	2822	1177	2150	3902	1510	2750	4982
196,7	386	726,8	230,0	446	834,8	263,3	506	942,8	521	970	1778	849	1560	2840	1182	2160	3920	1516	2760	5000
197,2	387	728,6	230,6	447	836,6	263,9	507	944,6	527	980	1796	854	1570	2858	1188	2170	3938	1521	2770	5018
197,8	388	730,4	231,1	448	838,4	264,4	508	946,4	532	990	1814	860	1580	2876	1193	2180	3956	1527	2780	5036
198,3	389	732,2	231,7	449	840,2	265,0	509	948,2	538	1000	1832	866	1590	2894	1199	2190	3974	1532	2790	5054
198,9	390	734,0	232,2	450	842,0	265,6	510	950,0	538	1000	1832	871	1600	2912	1204	2200	3992	1538	2800	5072
199,4	391	735,8	232,8	451	843,8	266,1	511	951,8	543	1010	1850	877	1610	2930	1210	2210	4010	1543	2810	5090
200,0	392	737,6	233,3	452	845,6	266,7	512	953,6	549	1020	1868	882	1620	2948	1216	2220	4028	1549	2820	5108
200,6	393	739,4	233,9	453	847,4	267,2	513	955,4	554	1030	1886	888	1630	2966	1221	2230	4046	1554	2830	5126
201,1	394	741,2	234,4	454	849,2	267,8	514	957,2	560	1040	1904	893	1640	2984	1227	2240	4064	1560	2840	5144
201,7	395	743,0	235,0	455	851,0	268,3	515	959,0	566	1050	1922	899	1650	3002	1232	2250	4082	1566	2850	5162
202,2	396	744,8	235,6	456	852,8	268,9	516	960,8	571	1060	1940	904	1660	3020	1238	2260	4100	1571	2860	5180
202,8	397	746,6	236,1	457	854,6	269,4	517	962,6	577	1070	1958	910	1670	3038	1243	2270	4118	1577	2870	5198
203,3	398	748,4	236,7	458	856,4	270,0	518	964,4	582	1080	1976	916	1680	3056	1249	2280	4136	1582	2880	5216
203,9	399	750,2	237,2	459	858,2	270,6	519	966,2	588	1090	1994	921	1690	3074	1254	2290	4154	1588	2890	5234



2

# matemática

potências  
raízes  
logaritmos  
fatores  
números primos  
ângulos  
arcos  
cordas  
trigonometria  
triângulos  
símbolos  
régua de cálculo  
áreas  
volumes

# POTENCIAS, RAIZES, LOGARITMOS,...

N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	lg N	TTN	$\frac{TTN^2}{4}$	N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	lg N	TTN	$\frac{TTN^2}{4}$
1	1	1	1,0000	1,0000	0,00000	3,142	0,7854	51	2601	132651	7,1414	3,7084	3,93183	160,22	2042,82
2	4	8	1,4142	1,2599	0,69315	6,283	3,1416	52	2704	140608	7,2111	3,7325	3,95124	163,36	2123,72
3	9	27	1,7321	1,4422	1,09861	9,425	7,0686	53	2809	148877	7,2801	3,7563	3,97029	166,50	2206,18
4	16	64	2,0000	1,5874	1,38629	12,566	12,5664	54	2916	157464	7,3485	3,7798	3,98898	169,65	2290,22
5	25	125	2,2361	1,7100	1,60944	15,708	19,6350	55	3025	166375	7,4162	3,8030	4,00733	172,79	2375,83
6	36	216	2,4495	1,8171	1,79176	18,850	28,2743	56	3136	175616	7,4833	3,8259	4,02535	175,93	2463,01
7	49	343	2,6458	1,9129	1,94591	21,991	38,4845	57	3249	185193	7,5498	3,8485	4,04305	179,07	2551,76
8	64	512	2,8284	2,0000	2,07944	25,133	50,2655	58	3364	195112	7,6158	3,8709	4,06044	182,21	2642,08
9	81	729	3,0000	2,0801	2,19722	28,274	63,6173	59	3481	205379	7,6811	3,8930	4,07754	185,35	2733,97
10	100	1000	3,1623	2,1544	2,30259	31,416	78,5398	60	3600	216000	7,7460	3,9149	4,09434	188,50	2827,43
11	121	1331	3,3166	2,2240	2,39790	34,558	95,0332	61	3721	226981	7,8102	3,9365	4,11087	191,64	2922,47
12	144	1728	3,4641	2,2894	2,48491	37,699	113,097	62	3844	238328	7,8740	3,9579	4,12713	194,78	3019,07
13	169	2197	3,6056	2,3513	2,56495	40,841	132,732	63	3969	250047	7,9373	3,9791	4,14313	197,92	3117,25
14	196	2744	3,7417	2,4101	2,63906	43,982	153,938	64	4096	262144	8,0000	4,0000	4,15888	201,06	3216,99
15	225	3375	3,8730	2,4662	2,70805	47,124	176,715	65	4225	274625	8,0623	4,0207	4,17439	204,20	3318,31
16	256	4096	4,0000	2,5198	2,77259	50,265	201,062	66	4356	287496	8,1240	4,0412	4,18965	207,35	3421,19
17	289	4913	4,1231	2,5713	2,83321	53,407	226,980	67	4489	300763	8,1854	4,0615	4,20469	210,49	3525,65
18	324	5832	4,2426	2,6207	2,89037	56,549	254,469	68	4624	314432	8,2462	4,0817	4,21951	213,63	3631,68
19	361	6859	4,3589	2,6684	2,94444	59,690	283,529	69	4761	328509	8,3066	4,1016	4,23411	216,77	3739,28
20	400	8000	4,4721	2,7144	2,99573	62,832	314,159	70	4900	343000	8,3666	4,1213	4,24850	219,91	3848,45
21	441	9261	4,5826	2,7589	3,04452	65,973	346,361	71	5041	357911	8,4261	4,1408	4,26268	223,05	3959,19
22	484	10648	4,6904	2,8020	3,09104	69,115	380,133	72	5184	373248	8,4853	4,1602	4,27667	226,19	4071,50
23	529	12167	4,7958	2,8439	3,13549	72,257	415,476	73	5329	389017	8,5440	4,1793	4,29046	229,34	4185,39
24	576	13824	4,8990	2,8845	3,17805	75,398	452,389	74	5476	405224	8,6023	4,1983	4,30407	232,48	4300,84
25	625	15625	5,0000	2,9240	3,21868	78,540	490,874	75	5625	421875	8,6603	4,2172	4,31749	235,62	4417,86
26	676	17576	5,0990	2,9625	3,25810	81,681	530,929	76	5776	438976	8,7178	4,2358	4,33073	238,76	4536,46
27	729	19683	5,1962	3,0000	3,29584	84,823	572,555	77	5929	456533	8,7750	4,2543	4,34381	241,90	4656,63
28	784	21952	5,2915	3,0366	3,33220	87,965	615,752	78	6084	474552	8,8318	4,2727	4,35671	245,04	4778,36
29	841	24389	5,3852	3,0723	3,36730	91,106	660,520	79	6241	493039	8,8882	4,2908	4,36945	248,19	4901,67
30	900	27000	5,4772	3,1072	3,40120	94,248	708,858	80	6400	512000	8,9443	4,3089	4,38203	251,33	5026,55
31	961	29791	5,5678	3,1414	3,43399	97,389	754,768	81	6561	531441	9,0000	4,3267	4,39445	254,47	5153,00
32	1024	32768	5,6569	3,1748	3,46574	100,53	804,248	82	6724	551368	9,0554	4,3445	4,40672	257,61	5281,02
33	1089	35937	5,7446	3,2075	3,49651	103,67	855,299	83	6889	571787	9,1104	4,3621	4,41884	260,75	5410,61
34	1156	39304	5,8310	3,2396	3,52636	106,81	907,920	84	7056	592704	9,1652	4,3795	4,43082	263,89	5541,77
35	1225	42875	5,9161	3,2711	3,55535	109,95	962,113	85	7225	614125	9,2195	4,3968	4,44265	267,04	5674,50
36	1296	46656	6,0000	3,3019	3,58352	113,09	1017,88	86	7396	636056	9,2736	4,4140	4,45435	270,18	5808,80
37	1369	50653	6,0828	3,3322	3,61092	116,23	1075,21	87	7569	658503	9,3274	4,4310	4,46591	273,32	5944,68
38	1444	54872	6,1644	3,3620	3,63759	119,38	1134,11	88	7744	681472	9,3808	4,4480	4,47734	276,46	6082,12
39	1521	59319	6,2450	3,3912	3,66356	122,52	1194,59	89	7921	704969	9,4340	4,4647	4,48864	279,60	6221,14
40	1600	64000	6,3246	3,4200	3,68888	125,66	1256,64	90	8100	729000	9,4868	4,4814	4,49981	282,74	6361,73
41	1681	68921	6,4031	3,4482	3,71357	128,81	1320,25	91	8281	753571	9,5394	4,4979	4,51086	285,88	6503,88
42	1764	74088	6,4807	3,4760	3,73767	131,95	1385,44	92	8464	778688	9,5917	4,5144	4,52179	289,03	6647,61
43	1849	79507	6,5574	3,5034	3,76120	135,09	1452,20	93	8649	804357	9,6437	4,5307	4,53260	292,17	6792,91
44	1936	85184	6,6332	3,5303	3,78419	138,23	1520,53	94	8836	830584	9,6954	4,5468	4,54329	295,31	6939,78
45	2025	91125	6,7082	3,5569	3,80666	141,37	1590,43	95	9025	857375	9,7468	4,5629	4,55388	298,45	7088,22
46	2116	97336	6,7823	3,5830	3,82864	144,51	1661,90	96	9216	884736	9,7980	4,5789	4,56435	301,59	7238,23
47	2209	103823	6,8557	3,6088	3,85015	147,65	1734,94	97	9409	912673	9,8489	4,5947	4,57471	304,73	7389,81
48	2304	110592	6,9282	3,6342	3,87120	150,80	1809,56	98	9604	941192	9,8995	4,6104	4,58497	307,88	7542,96
49	2401	117649	7,0000	3,6593	3,89182	153,94	1885,74	99	9801	970299	9,9499	4,6261	4,59512	311,02	7697,69
50	2500	125000	7,0711	3,6840	3,91202	157,08	1963,50	100	10000	1000000	10,0000	4,6416	4,60517	314,16	7853,98

N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	$\ln N$	$\pi N$	$\frac{\pi N^2}{4}$	N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	$\ln N$	$\pi N$	$\frac{\pi N^2}{4}$
101	10201	1030301	10,0499	4,6570	4,61512	317,30	8011,85	151	22801	3442951	12,2882	5,3251	5,01728	474,38	17907,9
102	10404	1061208	10,0995	4,6723	4,62497	320,44	8171,28	152	23104	3511808	12,3288	5,3368	5,02388	477,52	18145,8
103	10609	1092727	10,1489	4,6875	4,63473	323,58	8332,29	153	23409	3581577	12,3693	5,3485	5,03044	480,66	18385,4
104	10816	1124864	10,1980	4,7027	4,64439	326,73	8494,87	154	23716	3652264	12,4097	5,3601	5,03695	483,81	18626,5
105	11025	1157625	10,2470	4,7177	4,65396	329,87	8659,01	155	24025	3723875	12,4499	5,3717	5,04343	486,95	18869,2
106	11236	1191016	10,2956	4,7326	4,66344	333,01	8824,73	156	24336	3796416	12,4900	5,3832	5,04986	490,09	19113,4
107	11449	1225043	10,3441	4,7475	4,67283	336,15	8992,02	157	24649	3869893	12,5300	5,3947	5,05625	493,23	19359,3
108	11664	1259712	10,3923	4,7622	4,68213	339,29	9160,88	158	24964	3944312	12,5698	5,4061	5,06260	496,37	19606,7
109	11881	1295029	10,4403	4,7769	4,69135	342,43	9331,32	159	25281	4019679	12,6095	5,4175	5,06890	499,51	19855,7
110	12100	1331000	10,4881	4,7914	4,70048	345,58	9503,32	160	25600	4096000	12,6491	5,4288	5,07517	502,65	20106,2
111	12321	1367631	10,5357	4,8059	4,70953	348,72	9676,89	161	25921	4173281	12,6886	5,4401	5,08140	505,80	20358,3
112	12544	1404928	10,5830	4,8203	4,71850	351,86	9852,03	162	26244	4251528	12,7279	5,4514	5,08760	508,94	20612,0
113	12769	1442897	10,6301	4,8346	4,72739	355,00	10028,7	163	26569	4330747	12,7671	5,4626	5,09375	512,08	20867,2
114	12996	1481544	10,6771	4,8488	4,73620	358,14	10207,0	164	26896	4410944	12,8062	5,4737	5,09987	515,22	21124,1
115	13225	1520875	10,7238	4,8629	4,74493	361,28	10386,9	165	27225	4492125	12,8452	5,4848	5,10595	518,36	21382,5
116	13456	1560896	10,7703	4,8770	4,75359	364,42	10568,3	166	27556	4574296	12,8841	5,4959	5,11199	521,50	21642,4
117	13689	1601613	10,8167	4,8910	4,76217	367,57	10751,3	167	27889	4657463	12,9228	5,5069	5,11799	524,65	21904,0
118	13924	1643032	10,8628	4,9049	4,77068	370,71	10935,9	168	28224	4741632	12,9615	5,5178	5,12396	527,79	22167,1
119	14161	1685159	10,9087	4,9187	4,77912	373,85	11122,0	169	28561	4826809	13,0000	5,5288	5,12990	530,93	22431,8
120	14400	1728000	10,9545	4,9324	4,78749	376,99	11308,7	170	28900	4913000	13,0384	5,5397	5,13580	534,07	22698,0
121	14641	1771561	11,0000	4,9461	4,79579	380,13	11499,0	171	29241	5000211	13,0767	5,5505	5,14166	537,21	22965,8
122	14884	1815848	11,0454	4,9597	4,80402	383,27	11689,9	172	29584	5088448	13,1149	5,5613	5,14749	540,35	23235,2
123	15129	1860867	11,0905	4,9732	4,81218	386,42	11882,3	173	29929	5177717	13,1529	5,5721	5,15329	543,50	23506,2
124	15376	1906624	11,1355	4,9866	4,82028	389,56	12076,3	174	30276	5268024	13,1909	5,5828	5,15906	546,64	23778,7
125	15625	1953125	11,1803	5,0000	4,82831	392,70	12271,8	175	30625	5359375	13,2288	5,5934	5,16479	549,78	24052,8
126	15876	2000376	11,2250	5,0133	4,83628	395,84	12469,0	176	30976	5451776	13,2665	5,6041	5,17048	552,92	24328,5
127	16129	2048383	11,2694	5,0265	4,84419	398,98	12667,7	177	31329	5545233	13,3041	5,6147	5,17615	556,06	24605,7
128	16384	2097152	11,3137	5,0397	4,85203	402,12	12868,0	178	31684	5639752	13,3417	5,6252	5,18178	559,20	24884,6
129	16641	2146689	11,3578	5,0528	4,85981	405,27	13069,8	179	32041	5735339	13,3791	5,6357	5,18739	562,35	25164,9
130	16900	2197000	11,4018	5,0658	4,86753	408,41	13273,2	180	32400	5832000	13,4164	5,6462	5,19296	565,49	25446,9
131	17161	2248091	11,4455	5,0788	4,87520	411,55	13478,2	181	32761	5929741	13,4536	5,6567	5,19850	568,63	25730,4
132	17424	2299968	11,4891	5,0916	4,88280	414,69	13684,8	182	33124	6028568	13,4907	5,6671	5,20401	571,77	26015,5
133	17689	2352637	11,5326	5,1045	4,89035	417,83	13892,9	183	33489	6128487	13,5277	5,6774	5,20949	574,91	26302,2
134	17956	2406104	11,5758	5,1172	4,89784	420,97	14102,6	184	33856	6229504	13,5647	5,6877	5,21494	578,05	26590,4
135	18225	2460375	11,6190	5,1299	4,90527	424,12	14313,9	185	34225	6331625	13,6015	5,6980	5,22036	581,19	26880,3
136	18496	2515456	11,6619	5,1426	4,91265	427,26	14526,7	186	34596	6434856	13,6382	5,7083	5,22575	584,34	27171,6
137	18769	2571353	11,7047	5,1551	4,91998	430,40	14741,1	187	34969	6539203	13,6748	5,7185	5,23111	587,48	27464,6
138	19044	2628072	11,7473	5,1676	4,92725	433,54	14957,1	188	35344	6644672	13,7113	5,7287	5,23644	590,62	27759,1
139	19321	2685619	11,7898	5,1801	4,93447	436,68	15174,7	189	35721	6751269	13,7477	5,7388	5,24175	593,76	28055,2
140	19600	2744000	11,8322	5,1925	4,94164	439,82	15393,8	190	36100	6859000	13,7840	5,7489	5,24702	596,90	28352,9
141	19881	2803221	11,8743	5,2048	4,94876	442,96	15614,5	191	36481	6967871	13,8203	5,7590	5,25227	600,04	28652,1
142	20164	2863288	11,9164	5,2171	4,95583	446,11	15836,8	192	36864	7077888	13,8564	5,7690	5,25750	603,19	28952,9
143	20449	2924207	11,9583	5,2293	4,96284	449,25	16060,6	193	37249	7189057	13,8924	5,7790	5,26269	606,33	29255,3
144	20736	2985984	12,0000	5,2415	4,96981	452,39	16286,0	194	37636	7301384	13,9284	5,7890	5,26786	609,47	29559,2
145	21025	3048625	12,0416	5,2536	4,97673	455,53	16513,0	195	38025	7414875	13,9642	5,7989	5,27300	612,61	29864,8
146	21316	3112136	12,0830	5,2656	4,98361	458,67	16741,5	196	38416	7529536	14,0000	5,8088	5,27811	615,75	30171,9
147	21609	3176523	12,1244	5,2776	4,99043	461,81	16971,7	197	38809	7645373	14,0357	5,8186	5,28320	618,89	30480,5
148	21904	3241792	12,1655	5,2896	4,99721	464,96	17203,4	198	39204	7762392	14,0712	5,8285	5,28827	622,04	30790,7
149	22201	3307949	12,2066	5,3015	5,00395	468,10	17436,6	199	39601	7880599	14,1067	5,8383	5,29330	625,18	31102,6
150	22500	3375000	12,2474	5,3133	5,01064	471,24	17671,5	200	40000	8000000	14,1421	5,8480	5,29832	628,32	31415,9

N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	$\ln N$	$\pi N$	$\frac{\pi N^2}{4}$	N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	$\ln N$	$\pi N$	$\frac{\pi N^2}{4}$
201	40401	8120601	14,1774	5,8578	5,30330	631,46	31730,9	251	63001	15813251	15,8430	6,3080	5,52545	788,54	49480,9
202	40804	8242408	14,2127	5,8675	5,30827	634,60	32047,4	252	63504	16003008	15,8745	6,3164	5,52948	791,68	49875,9
203	41209	8365427	14,2478	5,8771	5,31321	637,74	32365,5	253	64009	16194277	15,9080	6,3247	5,53339	794,82	50272,8
204	41616	8489684	14,2829	5,8868	5,31812	640,88	32685,1	254	64516	16387064	15,9374	6,3330	5,53733	797,96	50670,7
205	42025	8615125	14,3178	5,8964	5,32301	644,03	33006,4	255	65025	16581375	15,9687	6,3413	5,54126	801,11	51070,5
206	42436	8741816	14,3527	5,9059	5,32788	647,17	33329,2	256	65536	16777216	16,0000	6,3498	5,54518	804,25	51471,9
207	42849	8869743	14,3875	5,9155	5,33272	650,31	33653,5	257	66049	16974593	16,0312	6,3579	5,54908	807,39	51874,8
208	43264	8998912	14,4222	5,9250	5,33754	653,45	33979,5	258	66564	17173512	16,0624	6,3661	5,55296	810,53	52279,2
209	43681	9129329	14,4568	5,9345	5,34233	656,59	34307,0	259	67081	17373979	16,0935	6,3743	5,55683	813,67	52685,3
210	44100	9261000	14,4914	5,9439	5,34711	659,73	34636,1	260	67600	17576000	16,1245	6,3825	5,56063	816,81	53092,9
211	44521	9393931	14,5258	5,9533	5,35186	662,88	34966,7	261	68121	17779581	16,1555	6,3907	5,56452	819,96	53502,1
212	44944	9528128	14,5602	5,9627	5,35659	666,02	35298,9	262	68644	17984728	16,1864	6,3988	5,56834	823,10	53912,9
213	45369	9663597	14,5945	5,9721	5,36129	669,16	35632,7	263	69169	18191447	16,2173	6,4070	5,57215	826,24	54325,2
214	45796	9800344	14,6287	5,9814	5,36598	672,30	35968,1	264	69696	18399744	16,2481	6,4151	5,57595	829,38	54739,1
215	46225	9938375	14,6629	5,9907	5,37064	675,44	36305,0	265	70225	18609625	16,2788	6,4232	5,57973	832,52	55154,6
216	46656	10077896	14,6969	6,0000	5,37528	678,58	36643,5	266	70756	18821096	16,3095	6,4312	5,58350	835,66	55571,6
217	47089	10218313	14,7309	6,0092	5,37990	681,73	36983,6	267	71289	19034163	16,3401	6,4393	5,58725	838,81	55990,2
218	47524	10360232	14,7648	6,0185	5,38450	684,87	37325,3	268	71824	19248832	16,3707	6,4473	5,59099	841,95	56410,4
219	47961	10503459	14,7986	6,0277	5,38907	688,01	37668,5	269	72361	19465109	16,4012	6,4553	5,59471	845,09	56832,2
220	48400	10648000	14,8324	6,0368	5,39363	691,15	38013,3	270	72900	19683000	16,4317	6,4633	5,59842	848,23	57255,5
221	48841	10793881	14,8661	6,0459	5,39816	694,29	38359,6	271	73441	19902511	16,4621	6,4713	5,60212	851,37	57680,4
222	49284	10941048	14,8997	6,0550	5,40268	697,43	38707,6	272	73984	20123648	16,4924	6,4792	5,60580	854,51	58106,9
223	49729	11089567	14,9332	6,0641	5,40717	700,58	39057,1	273	74529	20346417	16,5227	6,4872	5,60947	857,65	58534,9
224	50176	11239424	14,9666	6,0732	5,41165	703,72	39408,1	274	75076	20570824	16,5529	6,4951	5,61313	860,80	58964,6
225	50625	11390625	15,0000	6,0822	5,41610	706,86	39760,8	275	75625	20796875	16,5831	6,5030	5,61677	863,94	59395,7
226	51076	11543176	15,0333	6,0912	5,42053	710,00	40115,0	276	76176	21024576	16,6132	6,5108	5,62040	867,08	59828,5
227	51529	11697083	15,0665	6,1002	5,42495	713,14	40470,8	277	76729	21253933	16,6433	6,5187	5,62402	870,22	60262,8
228	51984	11852352	15,0997	6,1091	5,42935	716,28	40828,1	278	77284	21484952	16,6733	6,5265	5,62762	873,36	60698,7
229	52441	12008989	15,1327	6,1180	5,43372	719,42	41187,1	279	77841	21717639	16,7033	6,5343	5,63121	876,50	61136,2
230	52900	12167000	15,1658	6,1269	5,43808	722,57	41547,8	280	78400	21952000	16,7332	6,5421	5,63479	879,65	61575,2
231	53361	12326391	15,1987	6,1358	5,44242	725,71	41909,6	281	78961	22198041	16,7631	6,5499	5,63835	882,79	62015,8
232	53824	12487168	15,2315	6,1446	5,44674	728,85	42273,3	282	79524	22425768	16,7929	6,5577	5,64191	885,93	62458,0
233	54289	12649337	15,2643	6,1534	5,45104	731,99	42638,5	283	80089	22665187	16,8226	6,5654	5,64545	889,07	62901,8
234	54756	12812904	15,2971	6,1622	5,45532	735,13	43005,3	284	80656	22906304	16,8523	6,5731	5,64897	892,21	63347,1
235	55225	12977875	15,3297	6,1710	5,45959	738,27	43373,6	285	81225	23149125	16,8819	6,5808	5,65249	895,35	63794,0
236	55696	13144256	15,3623	6,1797	5,46383	741,42	43743,5	286	81796	23393656	16,9115	6,5885	5,65599	898,50	64242,4
237	56169	13312053	15,3948	6,1885	5,46806	744,56	44115,0	287	82369	23639903	16,9411	6,5962	5,65948	901,64	64692,5
238	56644	13481272	15,4272	6,1972	5,47227	747,70	44488,1	288	82944	23887872	16,9706	6,6039	5,66296	904,78	65144,1
239	57121	13651919	15,4596	6,2058	5,47646	750,84	44862,7	289	83521	24137589	17,0000	6,6115	5,66643	907,92	65597,2
240	57600	13824000	15,4919	6,2145	5,48064	753,98	45238,9	290	84100	24389000	17,0294	6,6191	5,66988	911,06	66052,0
241	58081	13997521	15,5242	6,2231	5,48480	757,12	45616,7	291	84681	24642171	17,0587	6,6267	5,67332	914,20	66508,3
242	58564	14172488	15,5563	6,2317	5,48894	760,27	45996,1	292	85264	24897088	17,0880	6,6343	5,67675	917,35	66966,2
243	59049	14348907	15,5885	6,2403	5,49306	763,41	46377,0	293	85849	25153757	17,1172	6,6419	5,68017	920,49	67425,6
244	59536	14526784	15,6205	6,2488	5,49717	766,55	46759,5	294	86436	25412184	17,1464	6,6494	5,68358	923,63	67886,7
245	60025	14706125	15,6525	6,2573	5,50126	769,69	47143,5	295	87025	25672375	17,1756	6,6569	5,68698	926,77	68348,3
246	60516	14886936	15,6844	6,2658	5,50533	772,83	47529,2	296	87616	25934336	17,2047	6,6644	5,69036	929,91	68813,4
247	61009	15069223	15,7162	6,2743	5,50939	775,97	47918,4	297	88209	26198073	17,2337	6,6719	5,69373	933,05	69279,2
248	61504	15252992	15,7480	6,2828	5,51343	779,11	48305,1	298	88804	26463592	17,2627	6,6794	5,69709	936,19	69746,5
249	62001	15438249	15,7797	6,2912	5,51745	782,26	48695,5	299	89401	26730899	17,2916	6,6869	5,70044	939,34	70215,4
250	62500	15625000	15,8114	6,2996	5,52146	785,40	49087,4	300	90000	27000000	17,3205	6,6943	5,70378	942,48	70685,8

N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	$\ln N$	$\pi N$	$\frac{\pi N^2}{4}$	N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	$\ln N$	$\pi N$	$\frac{\pi N^2}{4}$
301	90601	27270901	17,3494	6,7018	5,70711	945,62	71157,9	351	123201	43243551	18,7350	7,0540	5,86079	1102,7	96761,8
302	91204	27543608	17,3781	6,7092	5,71043	948,76	71631,5	352	123904	43614208	18,7617	7,0807	5,86363	1105,8	97314,0
303	91809	27818127	17,4069	6,7166	5,71373	951,90	72106,6	353	124609	43986977	18,7883	7,0674	5,86647	1109,0	97867,7
304	92416	28094464	17,4356	6,7240	5,71703	955,04	72583,4	354	125316	44361864	18,8149	7,0740	5,86930	1112,1	98423,0
305	93025	28372625	17,4642	6,7313	5,72031	958,19	73061,7	355	126025	44738875	18,8414	7,0807	5,87212	1115,3	98979,8
306	93636	28652616	17,4929	6,7387	5,72359	961,33	73541,5	356	126736	45118016	18,8680	7,0873	5,87493	1118,4	99538,2
307	94249	28934443	17,5214	6,7460	5,72685	964,47	74023,0	357	127449	45499293	18,8944	7,0940	5,87774	1121,5	100098
308	94864	29218112	17,5499	6,7533	5,73010	967,61	74506,0	358	128164	45882712	18,9209	7,1006	5,88053	1124,7	100660
309	95481	29503629	17,5784	6,7606	5,73334	970,75	74990,6	359	128881	46268279	18,9473	7,1072	5,88332	1127,8	101223
310	96100	29791000	17,6068	6,7679	5,73657	973,89	75476,8	360	129600	46656000	18,9737	7,1138	5,88610	1131,0	101788
311	96721	30080231	17,6352	6,7752	5,73979	977,04	75964,5	361	130321	47045881	19,0000	7,1204	5,88888	1134,1	102354
312	97344	30371328	17,6635	6,7824	5,74300	980,18	76453,8	362	131044	47437928	19,0263	7,1269	5,89164	1137,3	102922
313	97969	30664297	17,6918	6,7897	5,74620	983,32	76944,7	363	131769	47832147	19,0526	7,1335	5,89440	1140,4	103491
314	98596	30959144	17,7200	6,7969	5,74939	986,46	77437,1	364	132496	48228544	19,0788	7,1400	5,89715	1143,5	104062
315	99225	31255875	17,7482	6,8041	5,75257	989,60	77931,1	365	133225	48627125	19,1050	7,1466	5,89990	1146,7	104635
316	99856	31554496	17,7764	6,8113	5,75574	992,74	78426,7	366	133956	49027896	19,1311	7,1531	5,90263	1149,8	105209
317	100489	31855013	17,8045	6,8185	5,75890	995,88	78923,9	367	134689	49430863	19,1572	7,1596	5,90536	1153,0	105785
318	101124	32157432	17,8326	6,8256	5,76205	999,03	79422,6	368	135424	49836032	19,1833	7,1661	5,90808	1156,1	106362
319	101761	32461759	17,8606	6,8328	5,76519	1002,2	79922,9	369	136161	50243409	19,2094	7,1726	5,91080	1159,2	106941
320	102400	32768000	17,8885	6,8399	5,76832	1005,3	80424,8	370	136900	50653000	19,2354	7,1791	5,91350	1162,4	107521
321	103041	33076161	17,9165	6,8470	5,77144	1008,5	80928,2	371	137641	51064811	19,2614	7,1855	5,91620	1165,5	108103
322	103684	33386284	17,9444	6,8541	5,77455	1011,6	81433,2	372	138384	51478848	19,2873	7,1920	5,91889	1168,7	108687
323	104329	33698267	17,9722	6,8612	5,77765	1014,7	81939,8	373	139129	51895117	19,3132	7,1984	5,92158	1171,8	109272
324	104976	34012224	18,0000	6,8683	5,78074	1017,9	82448,0	374	139876	52313624	19,3391	7,2048	5,92426	1175,0	109858
325	105625	34328125	18,0278	6,8753	5,78383	1021,0	82957,7	375	140625	52734375	19,3649	7,2112	5,92693	1178,1	110447
326	106276	34645976	18,0555	6,8824	5,78690	1024,2	83469,0	376	141376	53157376	19,3907	7,2177	5,92959	1181,2	111036
327	106929	34965783	18,0831	6,8894	5,78996	1027,3	83981,8	377	142129	53582633	19,4165	7,2240	5,93225	1184,4	111628
328	107584	35287552	18,1108	6,8964	5,79301	1030,4	84496,3	378	142884	54010152	19,4422	7,2304	5,93489	1187,5	112221
329	108241	35611289	18,1384	6,9034	5,79606	1033,6	85012,3	379	143641	54439939	19,4679	7,2368	5,93754	1190,7	112815
330	108900	35937000	18,1659	6,9104	5,79909	1036,7	85529,9	380	144400	54872000	19,4936	7,2432	5,94017	1193,8	113411
331	109561	36264691	18,1934	6,9174	5,80212	1039,9	86049,0	381	145161	55306341	19,5192	7,2495	5,94280	1196,9	114009
332	110224	36594368	18,2209	6,9244	5,80513	1043,0	86569,7	382	145924	55742968	19,5448	7,2558	5,94542	1200,1	114608
333	110889	36926037	18,2483	6,9313	5,80814	1046,2	87092,0	383	146689	56181887	19,5704	7,2622	5,94803	1203,2	115209
334	111556	37259704	18,2757	6,9382	5,81114	1049,3	87615,9	384	147456	56623104	19,5959	7,2685	5,95064	1206,4	115812
335	112225	37595375	18,3030	6,9451	5,81413	1052,4	88141,3	385	148225	57066625	19,6214	7,2748	5,95324	1209,5	116416
336	112896	37933056	18,3303	6,9521	5,81711	1055,6	88668,3	386	148996	57512456	19,6469	7,2811	5,95584	1212,7	117021
337	113569	38272753	18,3576	6,9589	5,82008	1058,7	89196,9	387	149769	57960603	19,6723	7,2874	5,95842	1215,8	117628
338	114244	38614472	18,3848	6,9658	5,82305	1061,9	89727,0	388	150544	58411072	19,6977	7,2936	5,96101	1218,9	118237
339	114921	38958219	18,4120	6,9727	5,82600	1065,0	90258,7	389	151321	58863869	19,7231	7,2999	5,96358	1222,1	118847
340	115600	39304000	18,4391	6,9795	5,82895	1068,1	90792,0	390	152100	59319000	19,7484	7,3061	5,96615	1225,2	119459
341	116281	39651821	18,4662	6,9864	5,83188	1071,3	91326,9	391	152881	59776471	19,7737	7,3124	5,96871	1228,4	120072
342	116964	40001688	18,4932	6,9932	5,83481	1074,4	91863,3	392	153664	60236288	19,7990	7,3186	5,97126	1231,5	120687
343	117649	40353607	18,5203	7,0000	5,83773	1077,6	92401,3	393	154449	60698457	19,8242	7,3248	5,97381	1234,6	121304
344	118336	40707584	18,5472	7,0068	5,84064	1080,7	92940,9	394	155236	61162984	19,8494	7,3310	5,97635	1237,8	121922
345	119025	41063625	18,5742	7,0136	5,84354	1083,8	93482,0	395	156025	61629875	19,8746	7,3372	5,97889	1240,9	122542
346	119716	41421736	18,6011	7,0203	5,84644	1087,0	94024,7	396	156816	62099136	19,8997	7,3434	5,98141	1244,1	123163
347	120409	41781923	18,6279	7,0271	5,84932	1090,1	94569,0	397	157609	62570773	19,9249	7,3496	5,98394	1247,2	123786
348	121104	42144192	18,6548	7,0338	5,85220	1093,3	95114,9	398	158404	63044792	19,9499	7,3558	5,98645	1250,4	124410
349	121801	42508549	18,6815	7,0406	5,85507	1096,4	95662,3	399	159201	63521199	19,9750	7,3619	5,98896	1253,5	125036
350	122500	42875000	18,7083	7,0473	5,85793	1099,6	96211,3	400	160000	64000000	20,0000	7,3681	5,99146	1256,6	125664

N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	$\ln N$	TTN	$\frac{TTN^2}{4}$	N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	$\ln N$	TTN	$\frac{TTN^2}{4}$
401	160801	64481201	20,0250	7,3742	5,99396	1259,8	126293	451	203401	91733851	21,2368	7,6888	6,11147	1416,9	159751
402	161604	64964808	20,0499	7,3803	5,99645	1262,9	126923	452	204304	92345408	21,2603	7,6744	6,11368	1420,0	160460
403	162409	65450827	20,0749	7,3864	5,99894	1266,1	127556	453	205209	92959677	21,2838	7,6801	6,11589	1423,1	161171
404	163216	65939264	20,0998	7,3925	6,00141	1269,2	128190	454	206116	93576664	21,3073	7,6857	6,11810	1426,3	161883
405	164025	66430125	20,1246	7,3986	6,00389	1272,3	128825	455	207025	94196375	21,3307	7,6914	6,12030	1429,4	162597
406	164836	66923416	20,1494	7,4047	6,00635	1275,5	129462	456	207936	94818816	21,3542	7,6970	6,12249	1432,6	163313
407	165649	67419143	20,1742	7,4108	6,00881	1278,6	130100	457	208849	95443993	21,3776	7,7026	6,12468	1435,7	164030
408	166464	67917312	20,1990	7,4169	6,01127	1281,8	130741	458	209764	96071912	21,4009	7,7082	6,12687	1438,8	164748
409	167281	68417929	20,2237	7,4229	6,01372	1284,9	131382	459	210681	96702579	21,4243	7,7138	6,12905	1442,0	165468
410	168100	68921000	20,2485	7,4290	6,01616	1288,1	132025	460	211600	97336000	21,4476	7,7194	6,13123	1445,1	166190
411	168921	69426531	20,2731	7,4350	6,01859	1291,2	132670	461	212521	97972181	21,4709	7,7250	6,13340	1448,3	166914
412	169744	69934528	20,2978	7,4410	6,02102	1294,3	133317	462	213444	98611128	21,4942	7,7306	6,13556	1451,4	167639
413	170569	70444997	20,3224	7,4470	6,02345	1297,5	133965	463	214369	99252847	21,5174	7,7362	6,13773	1454,6	168365
414	171396	70957944	20,3470	7,4530	6,02587	1300,6	134614	464	215296	99897344	21,5407	7,7418	6,13988	1457,7	169093
415	172225	71473375	20,3715	7,4590	6,02828	1303,8	135265	465	216225	100544625	21,5639	7,7473	6,14204	1460,8	169823
416	173056	71991296	20,3961	7,4650	6,03069	1306,9	135918	466	217156	101194696	21,5870	7,7529	6,14419	1464,0	170554
417	173889	72511713	20,4206	7,4710	6,03309	1310,0	136572	467	218089	101847563	21,6102	7,7584	6,14633	1467,1	171287
418	174724	73034632	20,4450	7,4770	6,03548	1313,2	137228	468	219024	102503232	21,6333	7,7639	6,14847	1470,3	172021
419	175561	73560059	20,4695	7,4829	6,03787	1316,3	137885	469	219961	103161709	21,6564	7,7695	6,15060	1473,4	172757
420	176400	74088000	20,4939	7,4889	6,04025	1319,5	138544	470	220900	103823000	21,6795	7,7750	6,15273	1476,5	173494
421	177241	74618461	20,5183	7,4948	6,04263	1322,6	139205	471	221841	104487111	21,7025	7,7805	6,15486	1479,7	174234
422	178084	75151448	20,5426	7,5007	6,04501	1325,8	139867	472	222784	105154048	21,7256	7,7860	6,15698	1482,8	174974
423	178929	75686967	20,5670	7,5067	6,04737	1328,9	140531	473	223729	105823817	21,7486	7,7915	6,15910	1486,0	175716
424	179776	76225024	20,5913	7,5128	6,04973	1332,0	141196	474	224676	106496424	21,7715	7,7970	6,16121	1489,1	176460
425	180625	76765625	20,6155	7,5185	6,05209	1335,2	141863	475	225625	107171875	21,7945	7,8025	6,16331	1492,3	177205
426	181476	77308776	20,6398	7,5244	6,05444	1338,3	142531	476	226576	107850176	21,8174	7,8079	6,16542	1495,4	177952
427	182329	77854483	20,6640	7,5302	6,05678	1341,5	143201	477	227529	108531333	21,8403	7,8134	6,16752	1498,5	178701
428	183184	78402752	20,6882	7,5361	6,05912	1344,6	143872	478	228484	109215352	21,8632	7,8188	6,16961	1501,7	179451
429	184041	78953589	20,7123	7,5420	6,06146	1347,7	144545	479	229441	109902239	21,8861	7,8243	6,17170	1504,8	180203
430	184900	79507000	20,7364	7,5478	6,06379	1350,9	145220	480	230400	110592000	21,9089	7,8297	6,17379	1508,0	180956
431	185761	80062991	20,7605	7,5537	6,06611	1354,0	145896	481	231361	111284641	21,9317	7,8352	6,17587	1511,1	181711
432	186624	80621568	20,7846	7,5595	6,06843	1357,2	146574	482	232324	111980168	21,9546	7,8406	6,17794	1514,2	182467
433	187489	81182737	20,8087	7,5654	6,07074	1360,3	147254	483	233289	112678587	21,9773	7,8460	6,18002	1517,4	183225
434	188356	81746504	20,8327	7,5712	6,07304	1363,5	147934	484	234256	113379904	22,0000	7,8514	6,18208	1520,5	183984
435	189225	82312875	20,8567	7,5770	6,07535	1366,6	148617	485	235225	114084125	22,0227	7,8568	6,18415	1523,7	184745
436	190096	82881856	20,8806	7,5828	6,07764	1369,7	149301	486	236196	114791256	22,0454	7,8622	6,18621	1526,8	185508
437	190969	83453453	20,9045	7,5886	6,07993	1372,9	149987	487	237169	115501303	22,0681	7,8676	6,18826	1530,0	186272
438	191844	84027672	20,9284	7,5944	6,08222	1376,0	150674	488	238144	116214272	22,0907	7,8730	6,19032	1533,1	187038
439	192721	84604519	20,9523	7,6001	6,08450	1379,2	151363	489	239121	116930169	22,1133	7,8784	6,19236	1536,2	187805
440	193600	85184000	20,9752	7,6059	6,08677	1382,3	152053	490	240100	117649000	22,1359	7,8837	6,19441	1539,4	188574
441	194481	85766121	21,0000	7,6117	6,08904	1385,4	152745	491	241081	118370771	22,1585	7,8891	6,19644	1542,5	189345
442	195364	86350888	21,0238	7,6174	6,09131	1388,6	153439	492	242064	119095488	22,1811	7,8944	6,19848	1545,7	190117
443	196249	86938307	21,0476	7,6232	6,09357	1391,7	154134	493	243049	119823157	22,2036	7,8998	6,20051	1548,8	190890
444	197136	87528384	21,0713	7,6289	6,09582	1394,9	154830	494	244036	120553784	22,2261	7,9051	6,20254	1551,9	191665
445	198025	88121125	21,0950	7,6346	6,09807	1398,0	155528	495	245025	121287375	22,2486	7,9105	6,20456	1555,1	192442
446	198916	88716536	21,1187	7,6403	6,10032	1401,2	156228	496	246016	122023936	22,2711	7,9158	6,20658	1558,2	193221
447	199809	89314623	21,1424	7,6460	6,10256	1404,3	156930	497	247009	122763473	22,2935	7,9211	6,20859	1561,4	194000
448	200704	89915392	21,1660	7,6517	6,10478	1407,4	157633	498	248004	123505992	22,3159	7,9264	6,21060	1564,5	194782
449	201601	90518849	21,1896	7,6574	6,10702	1410,6	158337	499	249001	124251499	22,3383	7,9317	6,21261	1567,7	195565
450	202500	91125000	21,2132	7,6631	6,10925	1413,7	159043	500	250000	125000000	22,3607	7,9370	6,21461	1570,8	196350



N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	$\ln N$	$\pi N$	$\frac{\pi N^2}{4}$	N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	$\ln N$	$\pi N$	$\frac{\pi N^2}{4}$
501	251001	125751501	22,3830	7,9423	6,21661	1573,9	197136	551	303601	167284151	23,4734	8,1982	6,31173	1731,0	238448
502	252004	126506008	22,4054	7,9476	6,21860	1577,1	197923	552	304704	168196608	23,4947	8,2031	6,31355	1734,2	239314
503	253009	127263527	22,4277	7,9528	6,22059	1580,2	198713	553	305809	169112377	23,5160	8,2081	6,31536	1737,3	240182
504	254016	128024064	22,4499	7,9581	6,22258	1583,4	199504	554	306916	170031464	23,5372	8,2130	6,31716	1740,4	241051
505	255025	128787625	22,4722	7,9634	6,22456	1586,5	200296	555	308025	170953875	23,5584	8,2180	6,31897	1743,6	241922
506	256036	129554216	22,4944	7,9686	6,22654	1589,6	201090	556	309136	171879616	23,5797	8,2229	6,32077	1746,7	242795
507	257049	130323843	22,5167	7,9739	6,22851	1592,8	201886	557	310249	172808693	23,6008	8,2278	6,32257	1749,9	243669
508	258064	131096512	22,5389	7,9791	6,23048	1595,9	202683	558	311364	173741112	23,6220	8,2327	6,32436	1753,0	244545
509	259081	131872229	22,5610	7,9843	6,23245	1599,1	203482	559	312481	174676879	23,6432	8,2377	6,32615	1756,2	245422
510	260100	132651000	22,5832	7,9896	6,23441	1602,2	204282	560	313600	175616000	23,6643	8,2426	6,32794	1759,3	246301
511	261121	133432831	22,6053	7,9948	6,23637	1605,4	205084	561	314721	176558481	23,6854	8,2475	6,32972	1762,4	247181
512	262144	134217728	22,6274	8,0000	6,23832	1608,5	205887	562	315844	177504328	23,7065	8,2524	6,33150	1765,6	248063
513	263169	135005697	22,6495	8,0052	6,24028	1611,6	206692	563	316969	178453547	23,7276	8,2573	6,33328	1768,7	248947
514	264196	135796744	22,6716	8,0104	6,24222	1614,8	207499	564	318096	179406144	23,7487	8,2621	6,33505	1771,9	249832
515	265225	136590875	22,6936	8,0156	6,24417	1617,9	208307	565	319225	180362125	23,7697	8,2670	6,33683	1775,0	250719
516	266256	137388096	22,7156	8,0208	6,24611	1621,1	209117	566	320356	181321496	23,7908	8,2719	6,33859	1778,1	251607
517	267289	138188413	22,7376	8,0260	6,24804	1624,2	209928	567	321489	182284263	23,8113	8,2768	6,34036	1781,3	252497
518	268324	138991832	22,7596	8,0311	6,24998	1627,3	210741	568	322624	183250432	23,8326	8,2816	6,34212	1784,4	253388
519	269361	139798359	22,7816	8,0363	6,25190	1630,5	211556	569	323761	184220009	23,8537	8,2865	6,34388	1787,6	254281
520	270400	140608000	22,8035	8,0415	6,25383	1633,6	212372	570	324900	185193000	23,8747	8,2913	6,34564	1790,7	255176
521	271441	141420761	22,8254	8,0466	6,25575	1636,8	213189	571	326041	186169411	23,8956	8,2962	6,34739	1793,8	256072
522	272484	142236648	22,8473	8,0517	6,25767	1639,9	214008	572	327184	187149248	23,9165	8,3010	6,34914	1797,0	256970
523	273529	143055667	22,8692	8,0569	6,25958	1643,1	214829	573	328329	188132517	23,9374	8,3059	6,35089	1800,1	257869
524	274576	143877824	22,8910	8,0620	6,26149	1646,2	215651	574	329476	189119224	23,9583	8,3107	6,35263	1803,3	258770
525	275625	144703125	22,9129	8,0671	6,26340	1649,3	216475	575	330625	190109375	23,9792	8,3155	6,35437	1806,4	259672
526	276676	145531576	22,9347	8,0723	6,26530	1652,5	217301	576	331776	191102976	24,0000	8,3203	6,35611	1809,6	260576
527	277729	146363183	22,9565	8,0774	6,26720	1655,6	218128	577	332929	192100033	24,0208	8,3251	6,35784	1812,7	261482
528	278784	147197952	22,9783	8,0825	6,26910	1658,8	218956	578	334084	193100552	24,0416	8,3300	6,35957	1815,8	262389
529	279841	148035889	23,0000	8,0876	6,27099	1661,9	219787	579	335241	194104539	24,0624	8,3348	6,36130	1819,0	263298
530	280900	148877000	23,0217	8,0927	6,27288	1665,0	220618	580	336400	195112000	24,0832	8,3396	6,36303	1822,1	264208
531	281961	149721291	23,0434	8,0978	6,27476	1668,2	221452	581	337561	196122941	24,1039	8,3443	6,36475	1825,3	265120
532	283024	150568768	23,0651	8,1028	6,27664	1671,3	222287	582	338724	197137368	24,1247	8,3491	6,36647	1828,4	266033
533	284089	151419437	23,0868	8,1079	6,27852	1674,5	223123	583	339889	198155287	24,1454	8,3539	6,36819	1831,6	266948
534	285156	152273304	23,1084	8,1130	6,28040	1677,6	223961	584	341056	199176704	24,1661	8,3587	6,36990	1834,7	267865
535	286225	153130375	23,1301	8,1180	6,28227	1680,8	224801	585	342225	200201625	24,1868	8,3634	6,37161	1837,8	268783
536	287296	153990656	23,1517	8,1231	6,28413	1683,9	225642	586	343396	201230056	24,2074	8,3682	6,37332	1841,0	269703
537	288369	154854153	23,1733	8,1281	6,28600	1687,0	226484	587	344569	202262003	24,2281	8,3730	6,37502	1844,1	270624
538	289444	155720872	23,1948	8,1332	6,28786	1690,2	227329	588	345744	203297472	24,2487	8,3777	6,37673	1847,3	271547
539	290521	156590819	23,2164	8,1382	6,28972	1693,3	228175	589	346921	204336469	24,2693	8,3825	6,37843	1850,4	272471
540	291600	157464000	23,2379	8,1433	6,29157	1696,5	229022	590	348100	205379000	24,2899	8,3872	6,38012	1853,5	273397
541	292681	158340421	23,2594	8,1483	6,29342	1699,6	229871	591	349281	206425071	24,3105	8,3919	6,38182	1856,7	274325
542	293764	159220088	23,2809	8,1533	6,29527	1702,7	230722	592	350464	207474688	24,3311	8,3967	6,38351	1859,8	275254
543	294849	160103007	23,3024	8,1583	6,29711	1705,9	231574	593	351649	208527857	24,3516	8,4014	6,38519	1863,0	276184
544	295936	160989184	23,3238	8,1633	6,29895	1709,0	232428	594	352836	209584584	24,3721	8,4061	6,38688	1866,1	277117
545	297025	161878625	23,3452	8,1683	6,30079	1712,2	233283	595	354025	210644875	24,3926	8,4108	6,38856	1869,2	278051
546	298116	162771336	23,3666	8,1733	6,30262	1715,3	234140	596	355216	211708736	24,4131	8,4155	6,39024	1872,4	278986
547	299209	163667323	23,3880	8,1783	6,30445	1718,5	234998	597	356409	212778173	24,4336	8,4202	6,39192	1875,5	279923
548	300304	164566592	23,4094	8,1833	6,30628	1721,6	235858	598	357604	213847192	24,4540	8,4249	6,39359	1878,7	280862
549	301401	165469149	23,4307	8,1882	6,30810	1724,7	236720	599	358801	214921799	24,4745	8,4296	6,39526	1881,8	281802
550	302500	166375000	23,4521	8,1932	6,30992	1727,9	237583	600	360000	216000000	24,4949	8,4343	6,39693	1885,0	282743

N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	$\lg N$	$\pi N$	$\frac{\pi N^2}{4}$	N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	$\lg N$	$\pi N$	$\frac{\pi N^2}{4}$
601	361201	217081801	24,5153	8,4390	6,39859	1888,1	283687	651	423801	275894451	25,5147	8,6668	6,47851	2045,2	332853
602	362404	218167208	24,5357	8,4437	6,40026	1891,2	284631	652	425104	277167808	25,5343	8,6713	6,48004	2048,3	333876
603	363609	219256227	24,5561	8,4484	6,40192	1894,4	285578	653	426409	278445077	25,5539	8,6757	6,48158	2051,5	334901
604	364816	220348864	24,5764	8,4530	6,40357	1897,5	286526	654	427716	279726264	25,5734	8,6801	6,48311	2054,6	335927
605	366025	221445125	24,5967	8,4577	6,40523	1900,7	287475	655	429025	281011375	25,5930	8,6845	6,48464	2057,7	336955
606	367236	222545016	24,6171	8,4623	6,40688	1903,8	288426	656	430336	282300416	25,6125	8,6890	6,48618	2060,9	337985
607	368449	223648543	24,6374	8,4670	6,40853	1906,9	289379	657	431649	283583393	25,6320	8,6934	6,48768	2064,0	339016
608	369664	224755712	24,6577	8,4716	6,41017	1910,1	290333	658	432964	284890312	25,6515	8,6978	6,48920	2067,2	340049
609	370881	225866529	24,6779	8,4763	6,41182	1913,2	291289	659	434281	286191179	25,6710	8,7022	6,49072	2070,3	341084
610	372100	226981000	24,6982	8,4809	6,41346	1916,4	292247	660	435600	287496000	25,6905	8,7066	6,49224	2073,5	342119
611	373321	228099131	24,7184	8,4856	6,41510	1919,5	293206	661	436921	288804781	25,7099	8,7110	6,49375	2076,6	343157
612	374544	229220928	24,7386	8,4902	6,41673	1922,7	294166	662	438244	290117528	25,7294	8,7154	6,49527	2079,7	344196
613	375769	230346397	24,7588	8,4948	6,41836	1925,8	295128	663	439569	291434247	25,7488	8,7198	6,49677	2082,9	345237
614	376996	231475544	24,7790	8,4994	6,41999	1928,9	296092	664	440896	292754944	25,7682	8,7241	6,49828	2086,0	346279
615	378225	232608375	24,7992	8,5040	6,42162	1932,1	297057	665	442225	294079625	25,7876	8,7285	6,49979	2089,2	347323
616	379456	233744896	24,8193	8,5086	6,42325	1935,2	298024	666	443556	295408296	25,8070	8,7329	6,50129	2092,3	348368
617	380689	234885113	24,8395	8,5132	6,42487	1938,4	298992	667	444889	296740963	25,8263	8,7373	6,50279	2095,4	349415
618	381924	236029032	24,8596	8,5178	6,42649	1941,5	299962	668	446224	298077632	25,8457	8,7416	6,50429	2098,6	350464
619	383161	237176659	24,8797	8,5224	6,42811	1944,6	300934	669	447561	299418309	25,8650	8,7460	6,50578	2101,7	351514
620	384400	238328000	24,8998	8,5270	6,42972	1947,8	301907	670	448900	300763000	25,8844	8,7503	6,50728	2104,9	352565
621	385641	239483061	24,9199	8,5316	6,43133	1950,9	302882	671	450241	302111711	25,9037	8,7547	6,50877	2108,0	353618
622	386884	240641848	24,9399	8,5362	6,43294	1954,1	303858	672	451584	303464448	25,9230	8,7590	6,51026	2111,2	354673
623	388129	241804367	24,9600	8,5408	6,43455	1957,2	304836	673	452929	304821217	25,9422	8,7634	6,51175	2114,3	355730
624	389376	242970624	24,9800	8,5453	6,43615	1960,4	305815	674	454276	306182024	25,9615	8,7677	6,51323	2117,4	356788
625	390625	244140625	25,0000	8,5499	6,43775	1963,5	306796	675	455625	307546875	25,9808	8,7721	6,51471	2120,6	357847
626	391876	245314376	25,0200	8,5544	6,43935	1966,6	307779	676	456976	308915776	26,0000	8,7764	6,51619	2123,7	358908
627	393129	246491883	25,0400	8,5590	6,44095	1969,8	308763	677	458329	310288733	26,0192	8,7807	6,51767	2126,9	359971
628	394384	247673152	25,0599	8,5635	6,44254	1972,9	309748	678	459684	311665752	26,0384	8,7850	6,51915	2130,0	361035
629	395641	248858189	25,0799	8,5681	6,44413	1976,1	310736	679	461041	313046839	26,0576	8,7893	6,52062	2133,1	362101
630	396900	250047000	25,0998	8,5726	6,44572	1979,2	311725	680	462400	314432000	26,0768	8,7937	6,52209	2136,3	363168
631	398161	251239591	25,1197	8,5772	6,44731	1982,3	312715	681	463761	315821241	26,0960	8,7980	6,52356	2139,4	364237
632	399424	252435968	25,1396	8,5817	6,44889	1985,5	313707	682	465124	317214568	26,1151	8,8023	6,52503	2142,6	365308
633	400689	253636137	25,1595	8,5862	6,45047	1988,6	314700	683	466489	318611987	26,1343	8,8066	6,52649	2145,7	366380
634	401956	254840104	25,1794	8,5907	6,45205	1991,8	315696	684	467856	320013504	26,1534	8,8109	6,52796	2148,8	367453
635	403225	256047875	25,1992	8,5952	6,45362	1994,9	316692	685	469225	321419125	26,1725	8,8152	6,52942	2152,0	368528
636	404496	257259456	25,2190	8,5997	6,45520	1998,1	317690	686	470596	322828856	26,1916	8,8194	6,53088	2155,1	369605
637	405769	258474853	25,2389	8,6043	6,45677	2001,2	318690	687	471969	324242703	26,2107	8,8237	6,53233	2158,3	370684
638	407044	259694072	25,2587	8,6088	6,45834	2004,3	319692	688	473344	325660672	26,2298	8,8280	6,53379	2161,4	371764
639	408321	260917119	25,2784	8,6132	6,45990	2007,5	320695	689	474721	327082769	26,2488	8,8323	6,53524	2164,6	372845
640	409600	262144000	25,2982	8,6177	6,46147	2010,6	321699	690	476100	328509000	26,2679	8,8366	6,53669	2167,7	373928
641	410881	263374721	25,3180	8,6222	6,46303	2013,8	322705	691	477481	329939371	26,2869	8,8408	6,53814	2170,8	375013
642	412164	264609288	25,3377	8,6267	6,46459	2016,9	323713	692	478864	331373888	26,3059	8,8451	6,53959	2174,0	376099
643	413449	265847707	25,3574	8,6312	6,46614	2020,0	324722	693	480249	332812557	26,3249	8,8493	6,54103	2177,1	377187
644	414736	267089984	25,3772	8,6357	6,46770	2023,2	325733	694	481636	334255384	26,3439	8,8536	6,54247	2180,3	378276
645	416025	268336125	25,3969	8,6401	6,46925	2026,3	326745	695	483025	335702375	26,3629	8,8578	6,54391	2183,4	379367
646	417316	269588136	25,4165	8,6446	6,47080	2029,5	327759	696	484416	337153536	26,3818	8,8621	6,54535	2186,5	380459
647	418609	270840023	25,4362	8,6490	6,47235	2032,6	328775	697	485809	338608873	26,4008	8,8663	6,54679	2189,7	381554
648	419904	272097792	25,4558	8,6535	6,47389	2035,8	329792	698	487204	340068392	26,4197	8,8706	6,54822	2192,8	382649
649	421201	273359449	25,4755	8,6579	6,47543	2038,9	330810	699	488601	341532099	26,4386	8,8748	6,54965	2196,0	383746
650	422500	274625000	25,4951	8,6624	6,47697	2042,0	331831	700	490000	343000000	26,4575	8,8790	6,55108	2199,1	384845

N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	$\ln N$	$\pi N$	$\frac{\pi N^2}{4}$	N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	$\ln N$	$\pi N$	$\frac{\pi N^2}{4}$
701	491401	344472101	26,4764	8,8933	6,55251	2202,3	385945	751	564001	423564751	27,4044	9,0896	6,62141	2359,3	442965
702	492804	345948408	26,4953	8,8875	6,55393	2205,4	387047	752	565504	425259008	27,4226	9,0937	6,62274	2362,5	444146
703	494209	347428927	26,5141	8,8917	6,55536	2208,5	388151	753	567009	426957777	27,4408	9,0977	6,62407	2365,6	445328
704	495616	348913664	26,5330	8,8959	6,55678	2211,7	389256	754	568516	428661064	27,4591	9,1017	6,62539	2368,8	446511
705	497025	350402625	26,5518	8,9001	6,55820	2214,8	390363	755	570025	430368875	27,4773	9,1057	6,62672	2371,9	447697
706	498436	351895816	26,5707	8,9043	6,55962	2218,0	391471	756	571536	432081216	27,4955	9,1098	6,62804	2375,0	448883
707	499849	353393243	26,5895	8,9085	6,56103	2221,1	392580	757	573049	433798093	27,5136	9,1138	6,62936	2378,2	450072
708	501264	354894912	26,6083	8,9127	6,56244	2224,2	393692	758	574564	435519512	27,5318	9,1178	6,63068	2381,3	451262
709	502681	356400829	26,6271	8,9169	6,56386	2227,4	394805	759	576081	437245479	27,5500	9,1218	6,63200	2384,5	452453
710	504100	357911000	26,6458	8,9211	6,56526	2230,5	395919	760	577600	438976000	27,5681	9,1258	6,63332	2387,6	453646
711	505521	359425431	26,6646	8,9253	6,56667	2233,7	397035	761	579121	440711081	27,5862	9,1298	6,63463	2390,8	454841
712	506944	360944128	26,6833	8,9295	6,56808	2236,8	398153	762	580644	442450728	27,6043	9,1338	6,63595	2393,9	456037
713	508369	362467097	26,7021	8,9337	6,56948	2240,0	399272	763	582169	444194947	27,6225	9,1378	6,63726	2397,0	457234
714	509796	363994344	26,7208	8,9378	6,57088	2243,1	400393	764	583696	445943744	27,6405	9,1418	6,63857	2400,2	458434
715	511225	365525875	26,7395	8,9420	6,57228	2246,2	401515	765	585225	447697125	27,6586	9,1458	6,63988	2403,3	459635
716	512656	367061696	26,7582	8,9462	6,57368	2249,4	402639	766	586756	449455096	27,6767	9,1498	6,64118	2406,5	460837
717	514089	368601813	26,7769	8,9503	6,57508	2252,5	403765	767	588289	451217663	27,6948	9,1537	6,64249	2409,6	462041
718	515524	370146232	26,7955	8,9545	6,57647	2255,7	404892	768	589824	452984832	27,7128	9,1577	6,64379	2412,7	463247
719	516961	371694959	26,8142	8,9587	6,57786	2258,8	406020	769	591361	454756609	27,7308	9,1617	6,64509	2415,9	464454
720	518400	373248000	26,8328	8,9628	6,57925	2261,9	407150	770	592900	456533000	27,7489	9,1657	6,64639	2419,0	465663
721	519841	374805361	26,8514	8,9670	6,58064	2265,1	408282	771	594441	458314011	27,7669	9,1696	6,64769	2422,2	466873
722	521284	376367048	26,8701	8,9711	6,58203	2268,2	409415	772	595984	460099648	27,7849	9,1736	6,64898	2425,3	468085
723	522729	377933067	26,8887	8,9752	6,58341	2271,4	410550	773	597529	461889917	27,8029	9,1775	6,65028	2428,5	469298
724	524176	379503424	26,9072	8,9794	6,58479	2274,5	411687	774	599076	463684824	27,8209	9,1815	6,65157	2431,6	470513
725	525625	381078125	26,9258	8,9835	6,58617	2277,7	412825	775	600625	465484375	27,8388	9,1855	6,65286	2434,7	471730
726	527076	382657176	26,9444	8,9876	6,58755	2280,8	413965	776	602176	467288576	27,8568	9,1894	6,65415	2437,9	472948
727	528529	384240583	26,9629	8,9918	6,58893	2283,9	415106	777	603729	469097433	27,8747	9,1933	6,65544	2441,0	474168
728	529984	385828352	26,9815	8,9959	6,59030	2287,1	416248	778	605284	470910952	27,8927	9,1973	6,65673	2444,2	475389
729	531441	387420489	27,0000	9,0000	6,59167	2290,2	417393	779	606841	472729139	27,9106	9,2012	6,65801	2447,3	476612
730	532900	389017000	27,0185	9,0041	6,59304	2293,4	418539	780	608400	474552000	27,9285	9,2052	6,65929	2450,4	477836
731	534361	390617891	27,0370	9,0082	6,59441	2296,5	419686	781	609961	476379541	27,9464	9,2091	6,66058	2453,6	479062
732	535824	392223168	27,0555	9,0123	6,59578	2299,6	420835	782	611524	478211768	27,9643	9,2130	6,66185	2456,7	480290
733	537289	393832837	27,0740	9,0164	6,59715	2302,8	421986	783	613089	480048687	27,9821	9,2170	6,66313	2459,9	481519
734	538756	395446904	27,0924	9,0205	6,59851	2305,9	423138	784	614656	481890304	28,0000	9,2209	6,66441	2463,0	482750
735	540225	397065375	27,1109	9,0246	6,59987	2309,1	424293	785	616225	483736625	28,0179	9,2248	6,66568	2466,2	483982
736	541696	398689256	27,1293	9,0287	6,60123	2312,2	425448	786	617796	485587656	28,0357	9,2287	6,66696	2469,3	485216
737	543169	400315553	27,1477	9,0328	6,60259	2315,4	426604	787	619369	487443403	28,0535	9,2326	6,66823	2472,4	486451
738	544644	401947272	27,1662	9,0369	6,60394	2318,5	427762	788	620944	489303872	28,0713	9,2365	6,66950	2475,6	487688
739	546121	403583419	27,1846	9,0410	6,60530	2321,6	428922	789	622521	491169069	28,0891	9,2404	6,67077	2478,7	488927
740	547600	405224000	27,2029	9,0450	6,60665	2324,8	430084	790	624100	493039000	28,1069	9,2443	6,67203	2481,9	490167
741	549081	406889021	27,2213	9,0491	6,60800	2327,9	431247	791	625681	494913671	28,1247	9,2482	6,67330	2485,0	491409
742	550564	408513488	27,2397	9,0532	6,60935	2331,1	432412	792	627264	496793088	28,1425	9,2521	6,67456	2488,1	492652
743	552049	410172407	27,2580	9,0572	6,61070	2334,2	433578	793	628849	498677257	28,1603	9,2560	6,67582	2491,3	493897
744	553536	411830784	27,2764	9,0613	6,61204	2337,3	434746	794	630436	500566184	28,1780	9,2599	6,67708	2494,4	495143
745	555025	413493625	27,2947	9,0654	6,61338	2340,5	435916	795	632025	502459875	28,1957	9,2638	6,67834	2497,6	496391
746	556516	415160936	27,3130	9,0694	6,61473	2343,6	437087	796	633616	504358336	28,2135	9,2677	6,67960	2500,7	497641
747	558009	416832723	27,3313	9,0735	6,61607	2346,8	438259	797	635209	506261573	28,2312	9,2716	6,68085	2503,8	498892
748	559504	418508992	27,3496	9,0775	6,61740	2349,9	439433	798	636804	508169592	28,2489	9,2754	6,68211	2507,0	500145
749	561001	420189749	27,3679	9,0816	6,61874	2353,1	440609	799	638401	510082399	28,2666	9,2793	6,68336	2510,1	501399
750	562500	421875000	27,3861	9,0856	6,62007	2356,2	441786	800	640000	512000000	28,2843	9,2832	6,68461	2513,3	502655

N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	$\ln N$	$\pi N$	$\frac{\pi N^2}{4}$	N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	$\ln N$	$\pi N$	$\frac{\pi N^2}{4}$
801	641601	513922401	28,3019	9,2870	6,68586	2516,4	503912	851	724201	616295051	29,1719	9,4764	6,74641	2673,5	568786
802	643204	515849608	28,3196	9,2909	6,68711	2519,6	505171	852	725904	618470208	29,1890	9,4801	6,74759	2676,6	570124
803	644809	517781627	28,3373	9,2948	6,68835	2522,7	506432	853	727609	620650477	29,2062	9,4838	6,74876	2679,8	571463
804	646416	519718464	28,3549	9,2986	6,68960	2525,8	507694	854	729316	622835864	29,2233	9,4875	6,74993	2682,9	572803
805	648025	521660125	28,3725	9,3025	6,69084	2529,0	508958	855	731025	625026375	29,2404	9,4912	6,75110	2686,1	574146
806	649636	523606616	28,3901	9,3063	6,69208	2532,1	510223	856	732736	627222016	29,2575	9,4949	6,75227	2689,2	575490
807	651249	525557943	28,4077	9,3102	6,69332	2535,3	511490	857	734449	629422793	29,2746	9,4986	6,75344	2692,3	576835
808	652864	527514112	28,4253	9,3140	6,69456	2538,4	512758	858	736164	631628712	29,2916	9,5023	6,75460	2695,5	578182
809	654481	529475129	28,4429	9,3179	6,69580	2541,5	514028	859	737881	633839779	29,3087	9,5060	6,75577	2698,6	579530
810	656100	531441000	28,4605	9,3217	6,69703	2544,7	515300	860	739600	636056000	29,3258	9,5097	6,75693	2701,8	580880
811	657721	533411731	28,4781	9,3255	6,69827	2547,8	516573	861	741321	638277381	29,3428	9,5134	6,75809	2704,9	582232
812	659344	535387328	28,4956	9,3294	6,69950	2551,0	517848	862	743044	640503928	29,3598	9,5171	6,75926	2708,1	583585
813	660969	537367797	28,5132	9,3332	6,70073	2554,1	519124	863	744769	642735647	29,3769	9,5207	6,76041	2711,2	584940
814	662596	539353144	28,5307	9,3370	6,70196	2557,3	520402	864	746496	644972544	29,3939	9,5244	6,76157	2714,3	586297
815	664225	541343375	28,5482	9,3408	6,70319	2560,4	521681	865	748225	647214625	29,4109	9,5281	6,76273	2717,5	587655
816	665856	543338496	28,5657	9,3447	6,70441	2563,5	522962	866	749956	649461896	29,4279	9,5317	6,76388	2720,6	589014
817	667489	545338513	28,5832	9,3485	6,70564	2566,7	524245	867	751689	651714363	29,4449	9,5354	6,76504	2723,8	590375
818	669124	547343432	28,6007	9,3523	6,70686	2569,8	525529	868	753424	653972032	29,4618	9,5391	6,76619	2726,9	591738
819	670761	549353259	28,6182	9,3561	6,70808	2573,0	526814	869	755161	656234909	29,4788	9,5427	6,76734	2730,0	593102
820	672400	551368000	28,6356	9,3599	6,70930	2576,1	528102	870	756900	658503000	29,4958	9,5464	6,76849	2733,2	594468
821	674041	553387661	28,6531	9,3637	6,71052	2579,2	529391	871	758641	660776311	29,5127	9,5501	6,76964	2736,3	595835
822	675684	555412248	28,6705	9,3675	6,71174	2582,4	530681	872	760384	663054848	29,5296	9,5537	6,77079	2739,5	597204
823	677329	557441767	28,6880	9,3713	6,71296	2585,5	531973	873	762129	665338617	29,5466	9,5574	6,77194	2742,6	598575
824	678976	559476224	28,7054	9,3751	6,71417	2588,7	533267	874	763876	667627624	29,5635	9,5610	6,77308	2745,8	599947
825	680625	561515625	28,7228	9,3789	6,71538	2591,8	534562	875	765625	669921875	29,5804	9,5647	6,77422	2748,9	601320
826	682276	563559976	28,7402	9,3827	6,71659	2595,0	535858	876	767376	672221376	29,5973	9,5683	6,77537	2752,0	602696
827	683929	565609283	28,7576	9,3865	6,71780	2598,1	537157	877	769129	674526133	29,6142	9,5719	6,77651	2755,2	604073
828	685584	567663552	28,7750	9,3902	6,71901	2601,2	538456	878	770884	676836152	29,6311	9,5756	6,77765	2758,3	605451
829	687241	569722789	28,7924	9,3940	6,72022	2604,4	539758	879	772641	679151439	29,6479	9,5792	6,77878	2761,5	606831
830	688900	571787000	28,8097	9,3978	6,72143	2607,5	541061	880	774400	681472000	29,6648	9,5828	6,77992	2764,6	608212
831	690561	573856191	28,8271	9,4016	6,72263	2610,7	542365	881	776161	683797841	29,6816	9,5865	6,78106	2767,7	609595
832	692224	575930368	28,8444	9,4053	6,72383	2613,8	543671	882	777924	686128968	29,6985	9,5901	6,78219	2770,9	610980
833	693889	578009537	28,8617	9,4091	6,72503	2616,9	544979	883	779689	688465387	29,7153	9,5937	6,78333	2774,0	612366
834	695556	580093704	28,8791	9,4129	6,72623	2620,1	546288	884	781456	690807104	29,7321	9,5973	6,78446	2777,2	613754
835	697225	582182875	28,8964	9,4166	6,72743	2623,2	547599	885	783225	693154125	29,7489	9,6010	6,78559	2780,3	615143
836	698896	584277056	28,9137	9,4204	6,72863	2626,4	548912	886	784996	695506456	29,7658	9,6046	6,78672	2783,5	616534
837	700569	586376253	28,9310	9,4241	6,72982	2629,5	550226	887	786769	697864103	29,7825	9,6082	6,78784	2786,6	617927
838	702244	588480472	28,9482	9,4279	6,73102	2632,7	551541	888	788544	700227072	29,7993	9,6118	6,78897	2789,7	619321
839	703921	590589719	28,9655	9,4316	6,73221	2635,8	552858	889	790321	702595369	29,8161	9,6154	6,79010	2792,9	620717
840	705600	592704000	28,9828	9,4354	6,73340	2638,9	554177	890	792100	704969000	29,8329	9,6190	6,79122	2796,0	622114
841	707281	594823321	29,0000	9,4391	6,73459	2642,1	555497	891	793881	707347971	29,8496	9,6226	6,79234	2799,2	623513
842	708964	596947688	29,0172	9,4429	6,73578	2645,2	556819	892	795664	709732288	29,8664	9,6262	6,79347	2802,3	624913
843	710649	599077107	29,0345	9,4466	6,73697	2648,4	558142	893	797449	712121957	29,8831	9,6298	6,79459	2805,4	626315
844	712336	601211584	29,0517	9,4503	6,73815	2651,5	559467	894	799236	714516984	29,8998	9,6334	6,79571	2808,6	627718
845	714025	603351125	29,0689	9,4541	6,73934	2654,6	560794	895	801025	716917375	29,9166	9,6370	6,79682	2811,7	629124
846	715716	605495736	29,0861	9,4578	6,74052	2657,8	562122	896	802816	719323136	29,9333	9,6406	6,79794	2814,9	630530
847	717409	607645423	29,1033	9,4615	6,74170	2660,9	563452	897	804609	721734273	29,9500	9,6442	6,79906	2818,0	631938
848	719104	609800192	29,1204	9,4652	6,74288	2664,1	564783	898	806404	724150792	29,9666	9,6477	6,80017	2821,2	633348
849	720801	611960049	29,1376	9,4690	6,74406	2667,2	566118	899	808201	726572899	29,9833	9,6513	6,80128	2824,3	634760
850	722500	614125000	29,1548	9,4727	6,74524	2670,4	567450	900	810000	729000000	30,0000	9,6549	6,80239	2827,4	636173

N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	$\lg N$	$\pi N$	$\frac{\pi N^2}{4}$	N	N <sup>2</sup>	N <sup>3</sup>	$\sqrt{N}$	$\sqrt[3]{N}$	$\lg N$	$\pi N$	$\frac{\pi N^2}{4}$
901	811801	731432701	30,0167	9,6585	6,80351	2830,6	637587	951	904401	860085351	30,8383	9,8339	6,85751	2987,7	710315
902	813604	733870808	30,0333	9,6620	6,80461	2833,7	639003	952	906304	862801408	30,8545	9,8374	6,85857	2990,8	711809
903	815409	736314327	30,0500	9,6656	6,80572	2836,9	640421	953	908209	865523177	30,8707	9,8408	6,85961	2993,9	713306
904	817218	738763264	30,0666	9,6692	6,80683	2840,0	641840	954	910116	868250664	30,8869	9,8443	6,86066	2997,1	714803
905	819025	741217625	30,0832	9,6727	6,80793	2843,1	643261	955	912025	870983875	30,9031	9,8477	6,86171	3000,2	716303
906	820836	743677416	30,0998	9,6763	6,80904	2846,3	644683	956	913936	873722816	30,9192	9,8511	6,86276	3003,4	717804
907	822649	746142643	30,1164	9,6799	6,81014	2849,4	646107	957	915849	876467493	30,9354	9,8546	6,86380	3006,5	719306
908	824464	748613312	30,1330	9,6834	6,81124	2852,6	647533	958	917764	879217912	30,9516	9,8580	6,86485	3009,6	720810
909	826281	751089429	30,1496	9,6870	6,81235	2855,7	648960	959	919681	881974079	30,9677	9,8614	6,86589	3012,8	722316
910	828100	753571000	30,1662	9,6905	6,81344	2858,8	650388	960	921600	884736000	30,9839	9,8648	6,86693	3015,9	723823
911	829921	756058031	30,1828	9,6941	6,81454	2862,0	651818	961	923521	887503681	31,0000	9,8683	6,86797	3019,1	725332
912	831744	758550528	30,1993	9,6976	6,81564	2865,1	653250	962	925444	890277128	31,0161	9,8717	6,86901	3022,2	726842
913	833569	761048497	30,2159	9,7012	6,81674	2868,3	654684	963	927369	893056347	31,0322	9,8751	6,87005	3025,4	728354
914	835396	763551944	30,2324	9,7047	6,81783	2871,4	656118	964	929296	895841344	31,0483	9,8785	6,87109	3028,5	729867
915	837225	766060875	30,2490	9,7082	6,81892	2874,6	657555	965	931225	898632125	31,0644	9,8819	6,87213	3031,6	731382
916	839056	768575296	30,2655	9,7118	6,82002	2877,7	658993	966	933156	901428696	31,0805	9,8854	6,87316	3034,8	732899
917	840889	771095213	30,2820	9,7153	6,82111	2880,8	660433	967	935089	904231063	31,0966	9,8888	6,87420	3037,9	734417
918	842724	773620632	30,2985	9,7188	6,82220	2884,0	661874	968	937024	907039232	31,1127	9,8922	6,87523	3041,1	735937
919	844561	776151559	30,3150	9,7224	6,82329	2887,1	663317	969	938961	909853209	31,1288	9,8956	6,87626	3044,2	737458
920	846400	778688000	30,3315	9,7259	6,82437	2890,3	664761	970	940900	912673000	31,1448	9,8990	6,87730	3047,3	738981
921	848241	781229961	30,3480	9,7294	6,82546	2893,4	666207	971	942841	915498611	31,1609	9,9024	6,87833	3050,5	740506
922	850084	783777448	30,3645	9,7329	6,82655	2896,5	667654	972	944784	918330048	31,1769	9,9058	6,87936	3053,6	742032
923	851929	786330467	30,3809	9,7364	6,82763	2899,7	669103	973	946729	921167317	31,1929	9,9092	6,88038	3056,8	743559
924	853776	788889024	30,3974	9,7400	6,82871	2902,8	670554	974	948676	924010424	31,2090	9,9126	6,88141	3059,9	745088
925	855625	791453125	30,4138	9,7435	6,82979	2906,0	672006	975	950625	926859375	31,2250	9,9160	6,88244	3063,1	746619
926	857476	794022776	30,4302	9,7470	6,83087	2909,1	673460	976	952576	929714176	31,2410	9,9194	6,88346	3066,2	748151
927	859329	796597983	30,4467	9,7505	6,83195	2912,3	674915	977	954529	932574833	31,2570	9,9227	6,88449	3069,3	749685
928	861184	799178752	30,4631	9,7540	6,83303	2915,4	676372	978	956484	935441352	31,2730	9,9261	6,88551	3072,5	751221
929	863041	801765089	30,4795	9,7575	6,83411	2918,5	677831	979	958441	938313739	31,2890	9,9295	6,88653	3075,6	752758
930	864900	804357000	30,4959	9,7610	6,83518	2921,7	679291	980	960400	941192000	31,3050	9,9329	6,88755	3078,8	754296
931	866761	806954491	30,5123	9,7645	6,83626	2924,8	680752	981	962361	944076141	31,3209	9,9363	6,88857	3081,9	755837
932	868624	809557568	30,5287	9,7680	6,83733	2928,0	682216	982	964324	946966168	31,3369	9,9396	6,88959	3085,0	757378
933	870489	812166237	30,5450	9,7715	6,83841	2931,1	683680	983	966289	949862087	31,3528	9,9430	6,89061	3088,2	758922
934	872356	814780504	30,5614	9,7750	6,83948	2934,2	685147	984	968256	952763904	31,3688	9,9464	6,89163	3091,3	760466
935	874225	817400375	30,5778	9,7785	6,84055	2937,4	686615	985	970225	955671625	31,3847	9,9497	6,89264	3094,5	762013
936	876096	820025856	30,5941	9,7819	6,84162	2940,5	688084	986	972196	958585256	31,4006	9,9531	6,89366	3097,6	763561
937	877969	822656953	30,6105	9,7854	6,84268	2943,7	689555	987	974169	961504803	31,4166	9,9565	6,89467	3100,8	765111
938	879844	825293672	30,6268	9,7889	6,84375	2946,8	691028	988	976144	964430272	31,4325	9,9598	6,89568	3103,9	766662
939	881721	827936019	30,6431	9,7924	6,84482	2950,0	692502	989	978121	967361669	31,4484	9,9632	6,89669	3107,0	768214
940	883600	830584000	30,6594	9,7959	6,84588	2953,1	693978	990	980100	970299000	31,4643	9,9666	6,89770	3110,2	769769
941	885481	833237621	30,6757	9,7993	6,84694	2956,2	695455	991	982081	973242271	31,4802	9,9699	6,89871	3113,3	771325
942	887364	835896888	30,6920	9,8028	6,84801	2959,4	696934	992	984064	976191488	31,4960	9,9733	6,89972	3116,5	772882
943	889249	838561807	30,7083	9,8063	6,84907	2962,5	698415	993	986049	979146657	31,5119	9,9766	6,90073	3119,6	774441
944	891136	841232384	30,7246	9,8097	6,85013	2965,7	699897	994	988036	982107784	31,5278	9,9800	6,90174	3122,7	776002
945	893025	843908625	30,7409	9,8132	6,85118	2968,8	701380	995	990025	985074875	31,5436	9,9833	6,90274	3125,9	777564
946	894916	846590536	30,7571	9,8167	6,85224	2971,9	702865	996	992016	988047936	31,5595	9,9866	6,90375	3129,0	779128
947	896809	849278123	30,7734	9,8201	6,85330	2975,1	704352	997	994009	991026973	31,5753	9,9900	6,90475	3132,2	780693
948	898704	851971392	30,7896	9,8236	6,85435	2978,2	705840	998	996004	994011992	31,5911	9,9933	6,90575	3135,3	782260
949	900601	854670349	30,8058	9,8270	6,85541	2981,4	707330	999	998001	997002999	31,6070	9,9967	6,90675	3138,5	783828
950	902500	857375000	30,8221	9,8305	6,85646	2984,5	708822	1000	1000000	1000000000	31,6228	10,0000	6,90776	3141,6	785398

# POTÊNCIAS E RAIZES

decimal	raiz quadrada	raiz cúbica	decimal	raiz quadrada	raiz cúbica	decimal	raiz quadrada	raiz cúbica	decimal	raiz quadrada	raiz cúbica	decimal	raiz quadrada	raiz cúbica	fração	raiz quadrada	raiz cúbica	fração	raiz quadrada	raiz cúbica
0,01	0,1000	0,2154	0,20	0,4472	0,5848	0,40	0,6325	0,7368	0,60	0,7746	0,8434	0,80	0,8944	0,9283						
0,02	0,1414	0,2714	0,21	0,4583	0,5944	0,41	0,6403	0,7429	0,61	0,7810	0,8481	0,81	0,9000	0,9322	1/2	0,7071	0,7937	1/7	0,378	0,523
0,03	0,1732	0,3107	0,22	0,4690	0,6037	0,42	0,6481	0,7489	0,62	0,7874	0,8527	0,82	0,9055	0,9360				2/7	0,535	0,659
0,04	0,2000	0,3420	0,23	0,4796	0,6127	0,43	0,6557	0,7548	0,63	0,7937	0,8573	0,83	0,9110	0,9398				3/7	0,655	0,754
0,05	0,2236	0,3684	0,24	0,4899	0,6214	0,44	0,6633	0,7606	0,64	0,8000	0,8618	0,84	0,9165	0,9435	1/3	0,577	0,693	4/7	0,756	0,830
0,06	0,2449	0,3915	0,25	0,5000	0,6300	0,45	0,6708	0,7663	0,65	0,8062	0,8662	0,85	0,9220	0,9473	2/3	0,816	0,874	5/7	0,845	0,894
0,07	0,2646	0,4121	0,26	0,5099	0,6383	0,46	0,6782	0,7719	0,66	0,8124	0,8707	0,86	0,9274	0,9510				6/7	0,926	0,950
0,08	0,2828	0,4309	0,27	0,5196	0,6463	0,47	0,6856	0,7775	0,67	0,8185	0,8750	0,87	0,9327	0,9546						
0,09	0,3000	0,4481	0,28	0,5292	0,6542	0,48	0,6928	0,7830	0,68	0,8240	0,8794	0,88	0,9381	0,9583	1/4	0,500	0,630			
			0,29	0,5385	0,6619	0,49	0,7000	0,7884	0,69	0,8307	0,8837	0,89	0,9434	0,9619	3/4	0,866	0,909	1/8	0,354	0,500
0,10	0,3162	0,4642	0,30	0,5477	0,6694	0,50	0,7071	0,7937	0,70	0,8367	0,8879	0,90	0,9487	0,9655				3/8	0,612	0,721
0,11	0,3317	0,4791	0,31	0,5568	0,6768	0,51	0,7141	0,7990	0,71	0,8426	0,8921	0,91	0,9539	0,9691				5/8	0,791	0,855
0,12	0,3464	0,4932	0,32	0,5657	0,6840	0,52	0,7211	0,8041	0,72	0,8485	0,8963	0,92	0,9592	0,9726	1/5	0,4472	0,5848	7/8	0,935	0,956
0,13	0,3606	0,5066	0,33	0,5745	0,6910	0,53	0,7280	0,8093	0,73	0,8544	0,9004	0,93	0,9644	0,9761	2/5	0,6325	0,7368			
0,14	0,3742	0,5192	0,34	0,5831	0,6980	0,54	0,7348	0,8143	0,74	0,8602	0,9045	0,94	0,9695	0,9796	3/5	0,7746	0,8434	1/9	0,333	0,481
0,15	0,3873	0,5313	0,35	0,5916	0,7047	0,55	0,7416	0,8193	0,75	0,8660	0,9086	0,95	0,9747	0,9830	4/5	0,8944	0,9283	2/9	0,471	0,606
0,16	0,4000	0,5429	0,36	0,6000	0,7114	0,56	0,7483	0,8343	0,76	0,8718	0,9126	0,96	0,9798	0,9865				4/9	0,667	0,763
0,17	0,4123	0,5540	0,37	0,6083	0,7179	0,57	0,7550	0,8291	0,77	0,8775	0,9166	0,97	0,9849	0,9899				5/9	0,745	0,822
0,18	0,4243	0,5646	0,38	0,6164	0,7243	0,58	0,7616	0,8340	0,78	0,8832	0,9205	0,98	0,9899	0,9933	1/6	0,408	0,550	7/9	0,882	0,920
0,19	0,4359	0,5749	0,39	0,6245	0,7306	0,59	0,7681	0,8387	0,79	0,8888	0,9244	0,99	0,9950	0,9967	5/6	0,913	0,941	8/9	0,943	0,961

N	N <sup>4</sup>	N <sup>5</sup>	N	N <sup>4</sup>	N <sup>5</sup>	N	N <sup>4</sup>	N <sup>5</sup>	N	N <sup>4</sup>	N <sup>5</sup>	N	N <sup>4</sup>	N <sup>5</sup>
1	1	1	21	194 481	4 084 101	41	2 825 761	115 856 201	61	13 845 841	844 596 301	81	43 046 721	3 486 784 401
2	16	32	22	234 256	5 153 632	42	3 111 696	130 691 232	62	14 776 336	916 132 832	82	45 212 176	3 707 398 132
3	81	243	23	279 841	6 436 343	43	3 418 801	147 008 443	63	15 752 961	992 436 543	83	47 458 321	3 939 040 643
4	256	1 024	24	331 776	7 962 624	44	3 748 096	164 916 224	64	16 777 216	1 073 741 824	84	49 787 136	4 182 119 424
5	625	3 125	25	390 625	9 765 625	45	4 100 625	184 528 125	65	17 850 625	1 160 290 625	85	52 200 625	4 437 053 125
6	1 296	7 776	26	456 976	11 881 376	46	4 477 456	205 962 976	66	18 974 736	1 252 332 576	86	54 708 016	4 704 270 176
7	2 401	16 807	27	531 441	14 348 907	47	4 879 681	229 345 007	67	20 151 121	1 350 125 107	87	57 289 761	4 984 209 207
8	4 096	32 768	28	614 656	17 210 308	48	5 308 416	254 803 968	68	21 381 376	1 453 933 568	88	59 969 536	5 277 319 168
9	6 561	59 049	29	707 281	20 511 149	49	5 764 801	282 475 249	69	22 667 121	1 564 031 349	89	62 742 241	5 584 059 449
10	10 000	100 000	30	810 000	24 300 000	50	6 250 000	312 500 000	70	24 010 000	1 680 700 000	90	65 610 000	5 904 900 000
11	14 641	161 050	31	923 521	28 629 151	51	6 765 201	345 025 251	71	25 411 681	1 804 229 351	91	68 574 961	6 240 231 451
12	20 736	248 832	32	1 048 576	35 554 432	52	7 311 616	380 204 032	72	26 873 856	1 934 917 632	92	71 639 296	6 590 815 232
13	28 561	371 293	33	1 185 921	39 135 393	53	7 890 481	418 195 493	73	28 398 241	2 073 071 593	93	74 805 201	6 596 883 693
14	38 416	537 844	34	1 336 336	45 435 424	54	8 503 056	459 165 024	74	29 986 576	2 219 006 624	94	78 074 896	7 339 040 224
15	50 625	759 375	35	1 500 625	52 521 875	55	9 150 625	503 284 375	75	31 640 625	2 373 046 875	95	81 450 625	7 737 509 375
16	65 536	1 048 576	36	1 679 616	60 466 176	56	9 834 496	550 731 776	76	33 362 176	2 535 525 376	96	84 934 656	8 153 726 976
17	83 521	1 419 857	37	1 874 161	65 343 957	57	10 556 001	601 692 057	77	35 153 041	2 705 784 177	97	88 529 281	8 587 340 257
18	104 976	1 889 568	38	2 085 136	79 235 168	58	11 316 496	656 356 768	78	37 015 056	2 887 174 368	98	92 236 816	9 039 207 968
19	130 321	2 476 099	39	2 313 441	90 224 199	59	12 117 361	714 924 299	79	38 950 081	3 077 056 390	99	96 959 601	9 509 900 499
20	160 000	3 200 000	40	2 660 000	102 400 000	60	12 960 000	777 600 000	80	40 960 000	3 276 800 000	100	100 000 000	10 000 000 000

# FATORES E NÚMEROS PRIMOS

1	1	41	41	81	3 <sup>4</sup>	121	11 <sup>2</sup>	161	7 x 23	201	3 x 67	241	241	281	281
2	2	42	2 x 3 x 7	82	2 x 41	122	2 x 61	162	2 x 3 <sup>4</sup>	202	2 x 101	242	2 x 11 <sup>2</sup>	282	2 x 3 x 47
3	3	43	43	83	83	123	3 x 41	163	163	203	7 x 29	243	3 <sup>5</sup>	283	283
4	2 <sup>2</sup>	44	2 <sup>2</sup> x 11	84	2 <sup>2</sup> x 3 x 7	124	2 <sup>2</sup> x 31	164	2 <sup>2</sup> x 41	204	2 <sup>2</sup> x 3 x 17	244	2 <sup>2</sup> x 61	284	2 <sup>2</sup> x 71
5	5	45	3 <sup>2</sup> x 5	85	5 x 17	125	5 <sup>3</sup>	165	3 x 5 x 11	205	5 x 41	245	5 x 7 <sup>2</sup>	285	3 x 5 x 19
6	2 x 3	46	2 x 23	86	2 x 43	126	2 x 3 <sup>2</sup> x 7	166	2 x 83	206	2 x 103	246	2 x 3 x 41	286	2 x 11 x 13
7	7	47	47	87	3 x 29	127	127	167	167	207	3 <sup>2</sup> x 23	247	13 x 19	287	7 x 41
8	2 <sup>3</sup>	48	2 <sup>4</sup> x 3	88	2 <sup>3</sup> x 11	128	2 <sup>7</sup>	168	2 <sup>3</sup> x 3 x 7	208	2 <sup>4</sup> x 13	248	2 <sup>3</sup> x 31	288	2 <sup>5</sup> x 3 <sup>2</sup>
9	3 <sup>2</sup>	49	7 <sup>2</sup>	89	89	129	3 x 43	169	13 <sup>2</sup>	209	11 x 19	249	3 x 83	289	17 <sup>2</sup>
10	2 x 5	50	2 x 5 <sup>2</sup>	90	2 x 3 <sup>2</sup> x 5	130	2 x 5 x 13	170	2 x 5 x 17	210	2 x 3 x 5 x 7	250	2 x 5 <sup>3</sup>	290	2 x 5 x 29
11	11	51	3 x 17	91	7 x 13	131	131	171	3 <sup>2</sup> x 19	211	211	251	251	291	3 x 97
12	2 <sup>2</sup> x 3	52	2 <sup>2</sup> x 13	92	2 <sup>2</sup> x 23	132	2 <sup>2</sup> x 3 x 11	172	2 <sup>2</sup> x 43	212	2 <sup>2</sup> x 53	252	2 <sup>2</sup> x 3 <sup>2</sup> x 7	292	2 <sup>2</sup> x 73
13	13	53	53	93	3 x 31	133	7 x 19	173	173	213	3 x 71	253	11 x 23	293	293
14	2 x 7	54	2 x 3 <sup>3</sup>	94	2 x 47	134	2 x 67	174	2 x 3 x 29	214	2 x 107	254	2 x 127	294	2 x 3 x 7 <sup>2</sup>
15	3 x 5	55	5 x 11	95	5 x 19	135	3 <sup>3</sup> x 5	175	5 <sup>2</sup> x 7	215	5 x 43	255	3 x 5 x 17	295	5 x 59
16	2 <sup>4</sup>	56	2 <sup>3</sup> x 7	96	2 <sup>5</sup> x 3	136	2 <sup>3</sup> x 17	176	2 <sup>4</sup> x 11	216	2 <sup>3</sup> x 3 <sup>3</sup>	256	2 <sup>8</sup>	296	2 <sup>3</sup> x 37
17	17	57	3 x 19	97	97	137	137	177	3 x 59	217	7 x 31	257	257	297	3 <sup>3</sup> x 11
18	2 x 3 <sup>2</sup>	58	2 x 29	98	2 x 7 <sup>2</sup>	138	2 x 3 x 23	178	2 x 89	218	2 x 109	258	2 x 3 x 43	298	2 x 149
19	19	59	59	99	3 <sup>2</sup> x 11	139	139	179	179	219	3 x 73	259	7 x 37	299	13 x 23
20	2 <sup>2</sup> x 5	60	2 <sup>2</sup> x 3 x 5	100	2 <sup>2</sup> x 5 <sup>2</sup>	140	2 <sup>2</sup> x 5 x 7	180	2 <sup>2</sup> x 3 <sup>2</sup> x 5	220	2 <sup>2</sup> x 5 x 11	260	2 <sup>2</sup> x 5 x 13	300	2 <sup>2</sup> x 3 x 5 <sup>2</sup>
21	3 x 7	61	61	101	101	141	3 x 47	181	181	221	13 x 17	261	3 <sup>2</sup> x 29	301	7 x 43
22	2 x 11	62	2 x 31	102	2 x 3 x 17	142	2 x 71	182	2 x 7 x 13	222	2 x 3 x 37	262	2 x 131	302	2 x 151
23	23	63	3 <sup>2</sup> x 7	103	103	143	11 x 13	183	3 x 61	223	223	263	263	303	3 x 101
24	2 <sup>3</sup> x 3	64	2 <sup>6</sup>	104	2 <sup>3</sup> x 13	144	2 <sup>4</sup> x 3 <sup>2</sup>	184	2 <sup>3</sup> x 23	224	2 <sup>5</sup> x 7	264	2 <sup>3</sup> x 3 x 11	304	2 <sup>4</sup> x 19
25	5 <sup>2</sup>	65	5 x 13	105	3 x 5 x 7	145	5 x 29	185	5 x 37	225	3 <sup>2</sup> x 5 <sup>2</sup>	265	5 x 53	305	5 x 61
26	2 x 13	66	2 x 3 x 11	106	2 x 53	146	2 x 73	186	2 x 3 x 31	226	2 x 113	266	2 x 7 x 19	306	2 x 3 <sup>2</sup> x 17
27	3 <sup>3</sup>	67	67	107	107	147	3 x 7 <sup>2</sup>	187	11 x 17	227	227	267	3 x 89	307	307
28	2 <sup>2</sup> x 7	68	2 <sup>2</sup> x 17	108	2 <sup>2</sup> x 3 <sup>3</sup>	148	2 <sup>2</sup> x 37	188	2 <sup>2</sup> x 47	228	2 <sup>2</sup> x 3 x 19	268	2 <sup>2</sup> x 67	308	2 <sup>2</sup> x 7 x 11
29	29	69	3 x 23	109	109	149	149	189	3 <sup>3</sup> x 7	229	229	269	269	309	3 x 103
30	2 x 3 x 5	70	2 x 5 x 7	110	2 x 5 x 11	150	2 x 3 x 5 <sup>2</sup>	190	2 x 5 x 19	230	2 x 5 x 23	270	2 x 3 <sup>3</sup> x 5	310	2 x 5 x 31
31	31	71	71	111	3 x 37	151	151	191	191	231	3 x 7 x 11	271	271	311	311
32	2 <sup>5</sup>	72	2 <sup>3</sup> x 3 <sup>2</sup>	112	2 <sup>4</sup> x 7	152	2 <sup>3</sup> x 19	192	2 <sup>6</sup> x 3	232	2 <sup>3</sup> x 29	272	2 <sup>4</sup> x 17	312	2 <sup>3</sup> x 3 x 13
33	3 x 11	73	73	113	113	153	3 <sup>2</sup> x 17	193	193	233	233	273	3 x 7 x 13	313	313
34	2 x 17	74	2 x 37	114	2 x 3 x 19	154	2 x 7 x 11	194	2 x 97	234	2 x 3 <sup>2</sup> x 13	274	2 x 137	314	2 x 157
35	5 x 7	75	3 x 5 <sup>2</sup>	115	5 x 23	155	5 x 31	195	3 x 5 x 13	235	5 x 47	275	5 <sup>2</sup> x 11	315	3 <sup>2</sup> x 5 x 7
36	2 <sup>2</sup> x 3 <sup>2</sup>	76	2 <sup>2</sup> x 19	116	2 <sup>2</sup> x 29	156	2 <sup>2</sup> x 3 x 13	196	2 <sup>2</sup> x 7 <sup>2</sup>	236	2 <sup>2</sup> x 59	276	2 <sup>2</sup> x 3 x 23	316	2 <sup>2</sup> x 79
37	37	77	7 x 11	117	3 <sup>2</sup> x 13	157	157	197	197	237	3 x 79	277	277	317	317
38	2 x 19	78	2 x 3 x 13	118	2 x 59	158	2 x 79	198	2 x 3 <sup>2</sup> x 11	238	2 x 7 x 17	278	2 x 139	318	2 x 3 x 53
39	3 x 13	79	79	119	7 x 17	159	3 x 53	199	199	239	239	279	3 <sup>2</sup> x 31	319	11 x 29
40	2 <sup>3</sup> x 5	80	2 <sup>4</sup> x 5	120	2 <sup>3</sup> x 3 x 5	160	2 <sup>5</sup> x 5	200	2 <sup>3</sup> x 5 <sup>2</sup>	240	2 <sup>4</sup> x 3 x 5	280	2 <sup>3</sup> x 5 x 7	320	2 <sup>6</sup> x 5

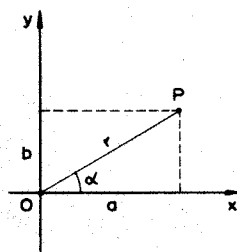


321	3 x 107	361	19 <sup>2</sup>	401	401	441	3 <sup>2</sup> x 7 <sup>2</sup>	481	13 x 37	521	521	561	3 x 11 x 17	601	601
322	2 x 7 x 23	362	2 x 181	402	2 x 3 x 67	442	2 x 13 x 17	482	2 x 241	522	2 x 3 <sup>2</sup> x 29	562	2 x 281	602	2 x 7 x 43
323	17 x 19	363	3 x 11 <sup>2</sup>	403	13 x 31	443	443	483	3 x 7 x 23	523	523	563	563	603	3 <sup>2</sup> x 67
324	2 <sup>2</sup> x 34	364	2 <sup>2</sup> x 7 x 13	404	2 <sup>2</sup> x 101	444	2 <sup>2</sup> x 3 x 37	484	2 <sup>2</sup> x 11 <sup>2</sup>	524	2 <sup>2</sup> x 131	564	2 <sup>2</sup> x 3 x 47	604	2 <sup>2</sup> x 151
325	5 <sup>2</sup> x 13	365	5 x 73	405	3 <sup>4</sup> x 5	445	5 x 89	485	5 x 97	525	3 x 5 <sup>2</sup> x 7	565	5 x 113	605	5 x 11 <sup>2</sup>
326	2 x 163	366	2 x 3 x 61	406	2 x 7 x 29	446	2 x 223	486	2 x 3 <sup>5</sup>	526	2 x 263	566	2 x 283	606	2 x 3 x 101
327	3 x 109	367	367	407	11 x 37	447	3 x 149	487	487	527	17 x 31	567	3 <sup>4</sup> x 7	607	607
328	2 <sup>3</sup> x 41	368	2 <sup>4</sup> x 23	408	2 <sup>3</sup> x 3 x 17	448	2 <sup>6</sup> x 7	488	2 <sup>3</sup> x 61	528	2 <sup>4</sup> x 3 x 11	568	2 <sup>3</sup> x 71	608	2 <sup>5</sup> x 19
329	7 x 47	369	3 <sup>2</sup> x 41	409	409	449	449	489	3 x 163	529	23 <sup>2</sup>	569	569	609	3 x 7 x 29
330	2 x 3 x 5 x 11	370	2 x 5 x 37	410	2 x 5 x 41	450	2 x 3 <sup>2</sup> x 5 <sup>2</sup>	490	2 x 5 x 7 <sup>2</sup>	530	2 x 5 x 53	570	2 x 3 x 5 x 19	610	2 x 5 x 61
331	331	371	7 x 53	411	3 x 137	451	11 x 41	491	491	531	3 <sup>2</sup> x 59	571	571	611	13 x 47
332	2 <sup>2</sup> x 83	372	2 <sup>2</sup> x 3 x 31	412	2 <sup>2</sup> x 103	452	2 <sup>2</sup> x 113	492	2 <sup>2</sup> x 3 x 41	532	2 <sup>2</sup> x 7 x 19	572	2 <sup>2</sup> x 11 x 13	612	2 <sup>2</sup> x 3 <sup>2</sup> x 17
333	3 <sup>2</sup> x 37	373	373	413	7 x 59	453	3 x 151	493	17 x 29	533	13 x 41	573	3 x 191	613	613
334	2 x 167	374	2 x 11 x 17	414	2 x 3 <sup>2</sup> x 23	454	2 x 227	494	2 x 13 x 19	534	2 x 3 x 89	574	2 x 7 x 41	614	2 x 307
335	5 x 67	375	3 x 5 <sup>3</sup>	415	5 x 83	455	5 x 7 x 13	495	3 <sup>2</sup> x 5 x 11	535	5 x 107	575	5 <sup>2</sup> x 23	615	3 x 5 x 41
336	2 <sup>4</sup> x 3 x 7	376	2 <sup>3</sup> x 47	416	2 <sup>5</sup> x 13	456	2 <sup>3</sup> x 3 x 19	496	2 <sup>4</sup> x 31	536	2 <sup>3</sup> x 67	576	2 <sup>6</sup> x 3 <sup>2</sup>	616	2 <sup>3</sup> x 7 x 11
337	337	377	13 x 29	417	3 x 139	457	457	497	7 x 71	537	3 x 179	577	577	617	617
338	2 x 13 <sup>2</sup>	378	2 x 3 <sup>3</sup> x 7	418	2 x 11 x 19	458	2 x 229	498	2 x 3 x 83	538	2 x 269	578	2 x 17 <sup>2</sup>	618	2 x 3 x 103
339	3 x 113	379	379	419	419	459	3 <sup>3</sup> x 17	499	499	539	7 <sup>2</sup> x 11	579	3 x 193	619	619
340	2 <sup>2</sup> x 5 x 17	380	2 <sup>2</sup> x 5 x 19	420	2 <sup>2</sup> x 3 x 5 x 7	460	2 <sup>2</sup> x 5 x 23	500	2 <sup>2</sup> x 5 <sup>3</sup>	540	2 <sup>2</sup> x 3 <sup>3</sup> x 5	580	2 <sup>2</sup> x 5 x 29	620	2 <sup>2</sup> x 5 x 31
341	11 x 31	381	3 x 127	421	421	461	461	501	3 x 167	541	541	581	7 x 83	621	3 <sup>3</sup> x 23
342	2 x 3 <sup>2</sup> x 19	382	2 x 191	422	2 x 211	462	2 x 3 x 7 x 11	502	2 x 251	542	2 x 271	582	2 x 3 x 97	622	2 x 311
343	73	383	383	423	3 <sup>2</sup> x 47	463	463	503	503	543	3 x 181	583	11 x 53	623	7 x 89
344	2 <sup>3</sup> x 43	384	2 <sup>7</sup> x 3	424	2 <sup>3</sup> x 53	464	2 <sup>4</sup> x 29	504	2 <sup>3</sup> x 3 <sup>2</sup> x 7	544	2 <sup>5</sup> x 17	584	2 <sup>3</sup> x 73	624	2 <sup>4</sup> x 3 x 13
345	3 x 5 x 23	385	5 x 7 x 11	425	5 <sup>2</sup> x 17	465	3 x 5 x 31	505	5 x 101	545	5 x 109	585	3 <sup>2</sup> x 5 x 13	625	5 <sup>4</sup>
346	2 x 173	386	2 x 193	426	2 x 3 x 71	466	2 x 233	506	2 x 11 x 23	546	2 x 3 x 7 x 13	586	2 x 293	626	2 x 313
347	347	387	3 <sup>2</sup> x 43	427	7 x 61	467	467	507	3 x 13 <sup>2</sup>	547	547	587	587	627	3 x 11 x 19
348	2 <sup>2</sup> x 3 x 29	388	2 <sup>2</sup> x 97	428	2 <sup>2</sup> x 107	468	2 <sup>2</sup> x 3 <sup>2</sup> x 13	508	2 <sup>2</sup> x 127	548	2 <sup>2</sup> x 137	588	2 <sup>2</sup> x 3 x 7 <sup>2</sup>	628	2 <sup>2</sup> x 157
349	349	389	389	429	3 x 11 x 13	469	7 x 67	509	509	549	3 <sup>2</sup> x 61	589	19 x 31	629	17 x 37
350	2 x 5 <sup>2</sup> x 7	390	2 x 3 x 5 x 13	430	2 x 5 x 43	470	2 x 5 x 47	510	2 x 3 x 5 x 17	550	2 x 5 <sup>2</sup> x 11	590	2 x 5 x 59	630	2 x 3 <sup>2</sup> x 5 x 7
351	3 <sup>3</sup> x 13	391	17 x 23	431	431	471	3 x 157	511	7 x 73	551	19 x 29	591	3 x 197	631	631
352	2 <sup>5</sup> x 11	392	2 <sup>3</sup> x 7 <sup>2</sup>	432	2 <sup>4</sup> x 33	472	2 <sup>3</sup> x 59	512	2 <sup>9</sup>	552	2 <sup>3</sup> x 3 x 23	592	2 <sup>4</sup> x 37	632	2 <sup>3</sup> x 79
353	353	393	3 x 131	433	433	473	11 x 43	513	3 <sup>3</sup> x 19	553	7 x 79	593	593	633	3 x 211
354	2 x 3 x 59	394	2 x 197	434	2 x 7 x 31	474	2 x 3 x 79	514	2 x 257	554	2 x 277	594	2 x 3 <sup>3</sup> x 11	634	2 x 317
355	5 x 71	395	5 x 79	435	3 x 5 x 29	475	5 <sup>2</sup> x 19	515	5 x 103	555	3 x 5 x 37	595	5 x 7 x 17	635	3 x 127
356	2 <sup>2</sup> x 89	396	2 <sup>2</sup> x 3 <sup>2</sup> x 11	436	2 <sup>2</sup> x 109	476	2 <sup>2</sup> x 7 x 17	516	2 <sup>2</sup> x 3 x 43	556	2 <sup>2</sup> x 139	596	2 <sup>2</sup> x 149	636	2 <sup>2</sup> x 3 x 53
357	3 x 7 x 17	397	397	437	19 x 23	477	3 <sup>2</sup> x 53	517	11 x 47	557	557	597	3 x 196	637	7 <sup>2</sup> x 13
358	2 x 179	398	2 x 199	438	2 x 3 x 73	478	2 x 239	518	2 x 7 x 37	558	2 x 3 <sup>2</sup> x 31	598	2 x 13 x 23	638	2 x 11 x 29
359	359	399	3 x 7 x 19	439	439	479	479	519	3 x 173	559	13 x 43	599	599	639	3 <sup>2</sup> x 71
360	2 <sup>3</sup> x 3 <sup>2</sup> x 5	400	2 <sup>4</sup> x 5 <sup>2</sup>	440	2 <sup>3</sup> x 5 x 11	480	2 <sup>5</sup> x 3 x 5	520	2 <sup>3</sup> x 5 x 13	560	2 <sup>4</sup> x 5 x 7	600	2 <sup>3</sup> x 3 x 5 <sup>2</sup>	640	2 <sup>7</sup> x 5

641	641	681	$3 \times 227$	721	$7 \times 103$	761	761	801	$3^2 \times 89$	841	$29^2$	881	881	921	$3 \times 307$
642	$2 \times 3 \times 107$	682	$2 \times 11 \times 31$	722	$2 \times 19^2$	762	$2 \times 3 \times 127$	802	$2 \times 401$	842	$2 \times 421$	882	$2 \times 3^2 \times 7^2$	922	$2 \times 461$
643	643	683	683	723	$3 \times 241$	763	$7 \times 109$	803	$11 \times 73$	843	$3 \times 281$	883	883	923	$13 \times 71$
644	$2^2 \times 7 \times 23$	684	$2^2 \times 3^2 \times 19$	724	$2^2 \times 181$	764	$2^2 \times 191$	804	$2^2 \times 3 \times 67$	844	$2^2 \times 211$	884	$2^2 \times 13 \times 17$	924	$2^2 \times 3 \times 7 \times 11$
645	$3 \times 5 \times 43$	685	$5 \times 137$	725	$5^2 \times 29$	765	$3^2 \times 5 \times 17$	805	$5 \times 7 \times 23$	845	$5 \times 13^2$	885	$3 \times 5 \times 59$	925	$5^2 \times 37$
646	$2 \times 17 \times 19$	686	$2 \times 7^3$	726	$2 \times 3 \times 11^2$	766	$2 \times 383$	806	$2 \times 13 \times 31$	846	$2 \times 3^2 \times 47$	886	$2 \times 443$	926	$2 \times 463$
647	647	687	$3 \times 229$	727	727	767	$13 \times 59$	807	$3 \times 269$	847	$7 \times 11^2$	887	887	927	$3^2 \times 103$
648	$2^3 \times 3^4$	688	$2^4 \times 43$	728	$2^3 \times 7 \times 13$	768	$2^8 \times 3$	808	$2^3 \times 101$	848	$2^4 \times 53$	888	$2^3 \times 3 \times 37$	928	$2^5 \times 29$
649	$11 \times 59$	689	$13 \times 53$	729	$3^6$	769	769	809	809	849	$3 \times 283$	889	$7 \times 127$	929	929
650	$2 \times 5^2 \times 13$	690	$2 \times 3 \times 5 \times 23$	730	$2 \times 5 \times 73$	770	$2 \times 5 \times 7 \times 11$	810	$2 \times 3^4 \times 5$	850	$2 \times 5^2 \times 17$	890	$2 \times 5 \times 89$	930	$2 \times 3 \times 5 \times 31$
651	$3 \times 7 \times 31$	691	961	731	$17 \times 43$	771	$3 \times 257$	811	811	851	$23 \times 37$	891	$3^4 \times 11$	931	$7^2 \times 19$
652	$2^2 \times 163$	692	$2^2 \times 173$	732	$2^2 \times 3 \times 61$	772	$2^2 \times 193$	812	$2^2 \times 7 \times 29$	852	$2^2 \times 3 \times 71$	892	$2^2 \times 223$	932	$2^2 \times 233$
653	653	693	$3^2 \times 7 \times 11$	733	733	773	773	813	$3 \times 271$	853	853	893	$19 \times 47$	933	$3 \times 311$
654	$2 \times 3 \times 109$	694	$2 \times 347$	734	$2 \times 367$	774	$2 \times 3^2 \times 43$	814	$2 \times 11 \times 37$	854	$2 \times 7 \times 61$	894	$2 \times 3 \times 149$	934	$2 \times 467$
655	$5 \times 131$	695	$5 \times 139$	735	$3 \times 5 \times 7^2$	775	$5^2 \times 31$	815	$5 \times 163$	855	$3^2 \times 5 \times 19$	895	$5 \times 179$	935	$5 \times 11 \times 17$
656	$2^4 \times 41$	696	$2^3 \times 3 \times 29$	736	$2^5 \times 23$	776	$2^3 \times 97$	816	$2^4 \times 3 \times 17$	856	$2^3 \times 107$	896	$2^7 \times 7$	936	$2^3 \times 3^2 \times 13$
657	$3^2 \times 73$	697	$17 \times 41$	737	$11 \times 67$	777	$3 \times 7 \times 37$	817	$19 \times 43$	857	857	897	$3 \times 13 \times 23$	937	937
658	$2 \times 7 \times 47$	698	$2 \times 349$	738	$2 \times 3^2 \times 41$	778	$2 \times 389$	818	$2 \times 409$	858	$2 \times 3 \times 11 \times 13$	898	$2 \times 449$	938	$2 \times 7 \times 67$
659	659	699	$3 \times 233$	739	739	779	$19 \times 41$	819	$3^2 \times 7 \times 13$	859	859	899	$29 \times 31$	939	$3 \times 313$
660	$2^2 \times 3 \times 5 \times 11$	700	$2^2 \times 5^2 \times 7$	740	$2^2 \times 5 \times 37$	780	$2^2 \times 3 \times 5 \times 13$	820	$2^2 \times 5 \times 41$	860	$2^2 \times 5 \times 43$	900	$2^2 \times 3^2 \times 5^2$	940	$2^2 \times 5 \times 47$
661	661	701	701	741	$3 \times 13 \times 19$	781	$11 \times 71$	821	821	861	$3 \times 7 \times 41$	901	$17 \times 53$	941	941
662	$2 \times 331$	702	$2 \times 3^3 \times 13$	742	$2 \times 7 \times 53$	782	$2 \times 17 \times 23$	822	$2 \times 3 \times 137$	862	$2 \times 431$	902	$2 \times 11 \times 41$	942	$2 \times 3 \times 157$
663	$3 \times 13 \times 17$	703	$19 \times 37$	743	743	783	$3^3 \times 29$	823	823	863	863	903	$3 \times 7 \times 43$	943	$23 \times 41$
664	$2^3 \times 83$	704	$2^6 \times 11$	744	$2^3 \times 3 \times 31$	784	$2^4 \times 7^2$	824	$2^3 \times 103$	864	$2^5 \times 3^3$	904	$2^3 \times 113$	944	$2^4 \times 59$
665	$5 \times 7 \times 19$	705	$3 \times 5 \times 47$	745	$5 \times 149$	785	$5 \times 157$	825	$3 \times 5^2 \times 11$	865	$5 \times 173$	905	$5 \times 181$	945	$3^3 \times 5 \times 7$
666	$2 \times 3^2 \times 37$	706	$2 \times 353$	746	$2 \times 373$	786	$2 \times 3 \times 131$	826	$2 \times 7 \times 59$	866	$2 \times 433$	906	$2 \times 3 \times 151$	946	$2 \times 11 \times 43$
667	$23 \times 29$	707	$7 \times 101$	747	$3^2 \times 83$	787	787	827	827	867	$3 \times 17^2$	907	907	947	947
668	$2^2 \times 167$	708	$2^2 \times 3 \times 59$	748	$2^2 \times 11 \times 17$	788	$2^2 \times 197$	828	$2^2 \times 3^2 \times 23$	868	$2^2 \times 7 \times 31$	908	$2^2 \times 227$	948	$2^2 \times 3 \times 79$
669	$3 \times 223$	709	709	749	$7 \times 107$	789	$3 \times 263$	829	829	869	$11 \times 79$	909	$3^2 \times 101$	949	$13 \times 73$
670	$2 \times 5 \times 67$	710	$2 \times 5 \times 71$	750	$2 \times 3 \times 5^3$	790	$2 \times 5 \times 79$	830	$2 \times 5 \times 83$	870	$2 \times 3 \times 5 \times 29$	910	$2 \times 5 \times 7 \times 13$	950	$2 \times 5^2 \times 19$
671	$11 \times 61$	711	$3^2 \times 79$	751	751	791	$7 \times 113$	831	$3 \times 277$	871	$13 \times 67$	911	911	951	$3 \times 317$
672	$2^5 \times 3 \times 7$	712	$2^3 \times 89$	752	$2^4 \times 47$	792	$2^3 \times 3^2 \times 11$	832	$2^6 \times 13$	872	$2^3 \times 109$	912	$2^4 \times 3 \times 19$	952	$2^3 \times 7 \times 17$
673	673	713	$23 \times 31$	753	$3 \times 251$	793	$13 \times 61$	833	$7^2 \times 17$	873	$3^2 \times 97$	913	$11 \times 83$	953	953
674	$2 \times 337$	714	$2 \times 3 \times 7 \times 17$	754	$2 \times 13 \times 29$	794	$2 \times 397$	834	$2 \times 3 \times 139$	874	$2 \times 19 \times 23$	914	$2 \times 457$	954	$2 \times 3^2 \times 53$
675	$3^3 \times 5^2$	715	$5 \times 11 \times 13$	755	$5 \times 151$	795	$3 \times 5 \times 53$	835	$5 \times 167$	875	$5^3 \times 7$	915	$3 \times 5 \times 61$	955	$5 \times 191$
676	$2^2 \times 13^2$	716	$2^2 \times 179$	756	$2^2 \times 3^3 \times 7$	796	$2^2 \times 129$	836	$2^2 \times 11 \times 19$	876	$2^2 \times 3 \times 73$	916	$2^2 \times 229$	956	$2^2 \times 239$
677	677	717	$3 \times 239$	757	757	797	797	837	$3^3 \times 31$	877	877	917	$7 \times 131$	957	$3 \times 11 \times 29$
678	$2 \times 3 \times 113$	718	$2 \times 359$	758	$2 \times 379$	798	$2 \times 3 \times 7 \times 19$	838	$2 \times 419$	878	$2 \times 439$	918	$2 \times 3^3 \times 17$	958	$2 \times 479$
679	$7 \times 97$	719	719	759	$3 \times 11 \times 23$	799	$17 \times 47$	839	839	879	$3 \times 293$	919	919	959	$7 \times 137$
680	$2^3 \times 5 \times 17$	720	$2^4 \times 3^2 \times 5$	760	$2^3 \times 3 \times 19$	800	$2^5 \times 5^2$	840	$2^3 \times 3 \times 5 \times 7$	880	$2^4 \times 5 \times 11$	920	$2^3 \times 5 \times 23$	960	$2^6 \times 3 \times 5$

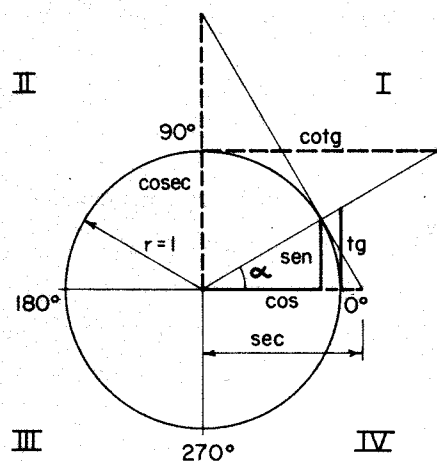
# TRIGONOMETRIA PLANA

## FUNÇÕES CIRCULARES – DEFINIÇÃO



$$\begin{aligned}\operatorname{sen} \alpha &= b/r \\ \cos \alpha &= a/r \\ \operatorname{tg} \alpha &= b/a \\ \operatorname{cotg} \alpha &= a/b \\ \sec \alpha &= r/a \\ \operatorname{cosec} \alpha &= r/b\end{aligned}$$

## SINAIS DAS FUNÇÕES



	sen	cos	tg	cotg	sec	cosec
I	+	+	+	+	+	+
II	+	-	-	-	-	+
III	-	-	+	+	-	-
IV	-	+	-	-	+	-

## VALORES DAS FUNÇÕES CIRCULARES PARA OS PRINCIPAIS ÂNGULOS

$\alpha \rightarrow$	$0^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$	$120^\circ$	$135^\circ$	$150^\circ$	$180^\circ$	$270^\circ$	$360^\circ$
sen	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{2}$	0	-1	0
cos	1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{2}$	0	$-\frac{1}{2}$	$-\frac{1}{\sqrt{2}}$	$-\frac{\sqrt{3}}{2}$	-1	0	1
tg	0	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	1	$\sqrt{3}$	$\infty$	$-\sqrt{3}$	-1	$-\frac{1}{\sqrt{3}}$	0	$\infty$	0
cotg	$\infty$	$\sqrt{3}$	1	$\frac{1}{\sqrt{3}}$	0	$-\frac{1}{\sqrt{3}}$	-1	$-\sqrt{3}$	$\infty$	0	$\infty$
sec	1	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\sqrt{2}$	2	$\infty$	-2	$-\sqrt{2}$	$-\frac{2}{\sqrt{3}}$	-1	$\infty$	1
cosec	$\infty$	2	$\sqrt{2}$	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	1	$\frac{2}{\sqrt{3}}$	$\sqrt{2}$	2	$\infty$	-1	$\infty$

## FUNÇÕES DE SOMA E DIFERENÇA DE DOIS ÂNGULOS

$$\sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cdot \cos \beta \pm \cos \alpha \cdot \sin \beta$$

$$\operatorname{tg}(\alpha \pm \beta) = \frac{\operatorname{tg} \alpha \pm \operatorname{tg} \beta}{1 \mp \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta}$$

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cdot \cos \beta \mp \sin \alpha \cdot \sin \beta$$

$$\operatorname{cotg}(\alpha \pm \beta) = \frac{\operatorname{cotg} \alpha \cdot \operatorname{cotg} \beta \mp 1}{\operatorname{cotg} \beta \pm \operatorname{cotg} \alpha}$$

## SOMA E DIFERENÇA DE DUAS FUNÇÕES

$$\sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\sin \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \cos \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\sin \alpha - \sin \beta = 2 \cos \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\cos \alpha - \cos \beta = -2 \sin \frac{\alpha + \beta}{2} \sin \frac{\alpha - \beta}{2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha \pm \operatorname{tg} \beta = \frac{\sin(\alpha \pm \beta)}{\cos \alpha \cdot \cos \beta}$$

$$\operatorname{cotg} \alpha \pm \operatorname{cotg} \beta = \frac{\sin(\beta \pm \alpha)}{\sin \alpha \cdot \sin \beta}$$

## RELAÇÕES ENTRE AS FUNÇÕES DO MESMO ÂNGULO

valor de	em função de					
	sen	cos	tg	cotg	sec	cosec
sen $\alpha$	sen $\alpha$	$\pm \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$	$\pm \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}}$	$\pm \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{cotg}^2 \alpha}}$	$\pm \frac{\sqrt{\sec^2 \alpha - 1}}{\sec \alpha}$	$\frac{1}{\operatorname{cosec} \alpha}$
cos $\alpha$	$\pm \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}$	cos $\alpha$	$\pm \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}}$	$\pm \frac{\operatorname{cotg} \alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{cotg}^2 \alpha}}$	$\frac{1}{\sec \alpha}$	$\pm \frac{\sqrt{\operatorname{cosec}^2 \alpha - 1}}{\operatorname{cosec} \alpha}$
tg $\alpha$	$\pm \frac{\sin \alpha}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$	$\pm \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{\cos \alpha}$	tg $\alpha$	$\frac{1}{\operatorname{cotg} \alpha}$	$\pm \sqrt{\sec^2 \alpha - 1}$	$\frac{1}{\sqrt{\operatorname{cosec}^2 \alpha - 1}}$
cotg $\alpha$	$\pm \frac{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}{\sin \alpha}$	$\pm \frac{\cos \alpha}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}$	$\frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}$	cotg $\alpha$	$\pm \frac{1}{\sqrt{\sec^2 \alpha - 1}}$	$\pm \sqrt{\operatorname{cosec}^2 \alpha - 1}$
sec $\alpha$	$\pm \frac{1}{\sqrt{1 - \sin^2 \alpha}}$	$\frac{1}{\cos \alpha}$	$\pm \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}$	$\pm \frac{\sqrt{1 + \operatorname{cotg}^2 \alpha}}{\operatorname{cotg} \alpha}$	sec $\alpha$	$\pm \frac{\operatorname{cosec} \alpha}{\sqrt{\operatorname{cosec}^2 \alpha - 1}}$
cosec $\alpha$	$\frac{1}{\sin \alpha}$	$\pm \frac{1}{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}$	$\pm \frac{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}}{\operatorname{tg} \alpha}$	$\pm \sqrt{1 + \operatorname{cotg}^2 \alpha}$	$\pm \frac{\sec \alpha}{\sqrt{\sec^2 \alpha - 1}}$	cosec $\alpha$

## FUNÇÕES DE MÚLTIPLOS DE UM ÂNGULO

$$\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha, \quad \sin \alpha = 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$\sin 3\alpha = 3 \sin \alpha - 4 \sin^3 \alpha$$

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 1 - 2 \sin^2 \alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1$$

$$\cos 3\alpha = 4 \cos^3 \alpha - 3 \cos \alpha$$

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2 \operatorname{tg} \alpha}{1 - \operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{2}{\operatorname{cotg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha}, \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}{1 - \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2}}$$

$$\operatorname{tg} 3\alpha = \frac{3 \operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg}^3 \alpha}{1 - 3 \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

$$\operatorname{cotg} 2\alpha = \frac{\operatorname{cotg}^2 \alpha - 1}{2 \operatorname{cotg} \alpha} = \frac{1}{2} \operatorname{cotg} \alpha - \frac{1}{2} \operatorname{tg} \alpha, \quad \operatorname{cotg} \alpha = \frac{\operatorname{cotg}^2 \frac{\alpha}{2} - 1}{2 \operatorname{cotg} \frac{\alpha}{2}}$$

$$\operatorname{cotg} 3\alpha = \frac{\operatorname{cotg}^3 \alpha - 3 \operatorname{cotg} \alpha}{3 \operatorname{cotg}^2 \alpha - 1}$$

## POTÊNCIA DO SENO

### E COSENO

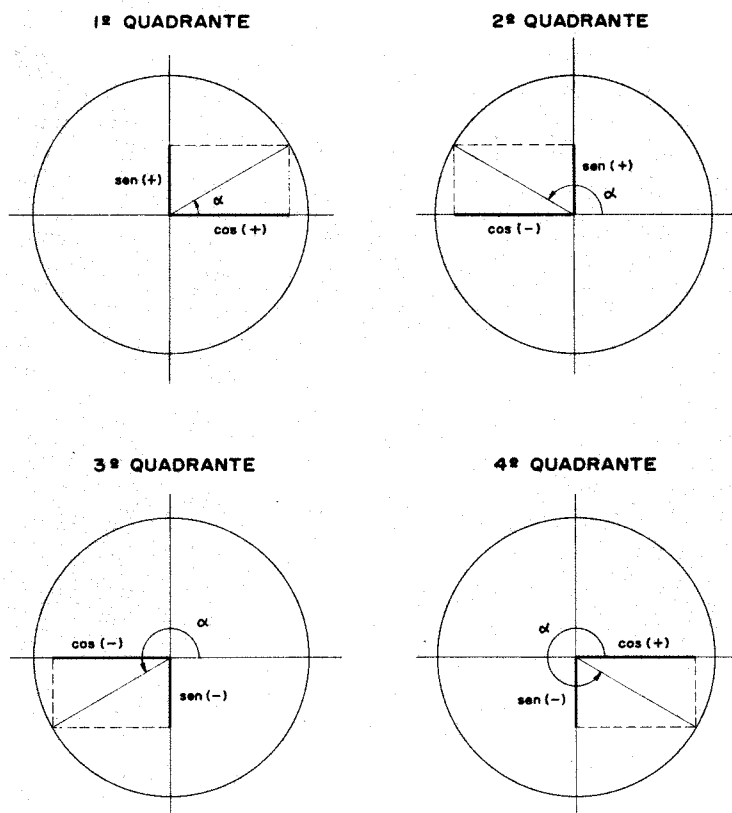
$$2 \sin^2 \alpha = 1 - \cos 2\alpha$$

$$4 \sin^3 \alpha = -\sin 3\alpha + 3 \sin \alpha$$

$$2 \cos^2 \alpha = 1 + \cos 2\alpha$$

$$4 \cos^3 \alpha = \cos 3\alpha + 3 \cos \alpha$$

# TABELAS TRIGONOMÉTRICAS



	0°		1°		2°		3°		4°		
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	
0	0,00000	1,00000	0,01745	0,99985	0,03490	0,99939	0,05234	0,99863	0,06976	0,99756	60
1	0,00029	1,00000	0,01774	0,99984	0,03519	0,99938	0,05263	0,99861	0,07005	0,99754	59
2	0,00058	1,00000	0,01803	0,99984	0,03548	0,99937	0,05292	0,99860	0,07034	0,99752	58
3	0,00087	1,00000	0,01832	0,99983	0,03577	0,99936	0,05321	0,99858	0,07063	0,99750	57
4	0,00116	1,00000	0,01862	0,99983	0,03606	0,99935	0,05350	0,99857	0,07092	0,99748	56
5	0,00145	1,00000	0,01891	0,99982	0,03635	0,99934	0,05379	0,99855	0,07121	0,99746	55
6	0,00175	1,00000	0,01920	0,99982	0,03664	0,99933	0,05408	0,99854	0,07150	0,99744	54
7	0,00204	1,00000	0,01949	0,99981	0,03693	0,99932	0,05437	0,99852	0,07179	0,99742	53
8	0,00233	1,00000	0,01978	0,99980	0,03723	0,99931	0,05466	0,99851	0,07208	0,99740	52
9	0,00262	1,00000	0,02007	0,99980	0,03752	0,99930	0,05495	0,99849	0,07237	0,99738	51
10	0,00291	1,00000	0,02036	0,99979	0,03781	0,99929	0,05524	0,99847	0,07266	0,99736	50
11	0,00320	0,99999	0,02065	0,99979	0,03810	0,99927	0,05553	0,99846	0,07295	0,99734	49
12	0,00349	0,99999	0,02094	0,99978	0,03839	0,99926	0,05582	0,99844	0,07324	0,99731	48
13	0,00378	0,99999	0,02123	0,99977	0,03868	0,99925	0,05611	0,99842	0,07353	0,99729	47
14	0,00407	0,99999	0,02152	0,99977	0,03897	0,99924	0,05640	0,99841	0,07382	0,99727	46
15	0,00436	0,99999	0,02181	0,99976	0,03926	0,99923	0,05669	0,99839	0,07411	0,99725	45
16	0,00465	0,99999	0,02211	0,99976	0,03955	0,99922	0,05698	0,99838	0,07440	0,99723	44
17	0,00495	0,99999	0,02240	0,99975	0,03984	0,99921	0,05727	0,99836	0,07469	0,99721	43
18	0,00524	0,99999	0,02269	0,99974	0,04013	0,99919	0,05756	0,99834	0,07498	0,99719	42
19	0,00553	0,99998	0,02298	0,99974	0,04042	0,99918	0,05785	0,99833	0,07527	0,99716	41
20	0,00582	0,99998	0,02327	0,99973	0,04071	0,99917	0,05814	0,99831	0,07556	0,99714	40
21	0,00611	0,99998	0,02356	0,99972	0,04100	0,99916	0,05843	0,99829	0,07585	0,99712	39
22	0,00640	0,99998	0,02385	0,99972	0,04129	0,99915	0,05873	0,99827	0,07614	0,99710	38
23	0,00669	0,99998	0,02414	0,99971	0,04159	0,99913	0,05902	0,99826	0,07643	0,99708	37
24	0,00698	0,99998	0,02443	0,99970	0,04188	0,99912	0,05931	0,99824	0,07672	0,99706	36
25	0,00727	0,99997	0,02472	0,99969	0,04217	0,99911	0,05960	0,99822	0,07701	0,99703	35
26	0,00756	0,99997	0,02501	0,99969	0,04246	0,99910	0,05989	0,99821	0,07730	0,99701	34
27	0,00785	0,99997	0,02530	0,99968	0,04275	0,99909	0,06018	0,99819	0,07759	0,99699	33
28	0,00814	0,99997	0,02560	0,99967	0,04304	0,99907	0,06047	0,99817	0,07788	0,99696	32
29	0,00844	0,99996	0,02589	0,99966	0,04333	0,99906	0,06076	0,99815	0,07817	0,99694	31
30	0,00873	0,99996	0,02618	0,99966	0,04362	0,99905	0,06105	0,99813	0,07846	0,99692	30
31	0,00902	0,99996	0,02647	0,99965	0,04391	0,99904	0,06134	0,99812	0,07875	0,99689	29
32	0,00931	0,99996	0,02676	0,99964	0,04420	0,99902	0,06163	0,99810	0,07904	0,99687	28
33	0,00960	0,99995	0,02705	0,99963	0,04449	0,99901	0,06192	0,99808	0,07933	0,99685	27
34	0,00989	0,99995	0,02734	0,99963	0,04478	0,99900	0,06221	0,99806	0,07962	0,99683	26
35	0,01018	0,99995	0,02763	0,99962	0,04507	0,99898	0,06250	0,99804	0,07991	0,99680	25
36	0,01047	0,99995	0,02792	0,99961	0,04536	0,99897	0,06279	0,99803	0,08020	0,99678	24
37	0,01076	0,99994	0,02821	0,99960	0,04565	0,99896	0,06308	0,99801	0,08049	0,99676	23
38	0,01105	0,99994	0,02850	0,99959	0,04594	0,99894	0,06337	0,99799	0,08078	0,99673	22
39	0,01134	0,99994	0,02879	0,99959	0,04623	0,99893	0,06366	0,99797	0,08107	0,99671	21
40	0,01164	0,99993	0,02908	0,99958	0,04653	0,99892	0,06395	0,99795	0,08136	0,99668	20
41	0,01193	0,99993	0,02938	0,99957	0,04682	0,99890	0,06424	0,99793	0,08165	0,99666	19
42	0,01222	0,99993	0,02967	0,99956	0,04711	0,99889	0,06453	0,99792	0,08194	0,99664	18
43	0,01251	0,99992	0,02996	0,99955	0,04740	0,99888	0,06482	0,99790	0,08223	0,99661	17
44	0,01280	0,99992	0,03025	0,99954	0,04769	0,99886	0,06511	0,99788	0,08252	0,99659	16
45	0,01309	0,99991	0,03054	0,99953	0,04798	0,99885	0,06540	0,99786	0,08281	0,99657	15
46	0,01338	0,99991	0,03083	0,99952	0,04827	0,99883	0,06569	0,99784	0,08310	0,99654	14
47	0,01367	0,99991	0,03112	0,99952	0,04856	0,99882	0,06598	0,99782	0,08339	0,99652	13
48	0,01396	0,99990	0,03141	0,99951	0,04885	0,99881	0,06627	0,99780	0,08368	0,99649	12
49	0,01425	0,99990	0,03170	0,99950	0,04914	0,99879	0,06656	0,99778	0,08397	0,99647	11
50	0,01454	0,99989	0,03199	0,99949	0,04943	0,99878	0,06685	0,99776	0,08426	0,99644	10
51	0,01483	0,99989	0,03228	0,99948	0,04972	0,99876	0,06714	0,99774	0,08455	0,99642	9
52	0,01513	0,99988	0,03257	0,99947	0,05001	0,99875	0,06743	0,99772	0,08484	0,99639	8
53	0,01542	0,99988	0,03286	0,99946	0,05030	0,99873	0,06773	0,99770	0,08513	0,99637	7
54	0,01571	0,99988	0,03316	0,99945	0,05059	0,99872	0,06802	0,99768	0,08542	0,99635	6
55	0,01600	0,99987	0,03345	0,99944	0,05088	0,99870	0,06831	0,99766	0,08571	0,99632	5
56	0,01629	0,99987	0,03374	0,99943	0,05117	0,99869	0,06860	0,99764	0,08600	0,99630	4
57	0,01658	0,99986	0,03403	0,99942	0,05146	0,99867	0,06889	0,99762	0,08629	0,99627	3
58	0,01687	0,99986	0,03432	0,99941	0,05175	0,99866	0,06918	0,99760	0,08658	0,99625	2
59	0,01716	0,99985	0,03461	0,99940	0,05205	0,99864	0,06947	0,99758	0,08687	0,99622	1
60	0,01745	0,99985	0,03490	0,99939	0,05234	0,99863	0,06976	0,99756	0,08716	0,99619	0
	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	
	89°		88°		87°		86°		85°		

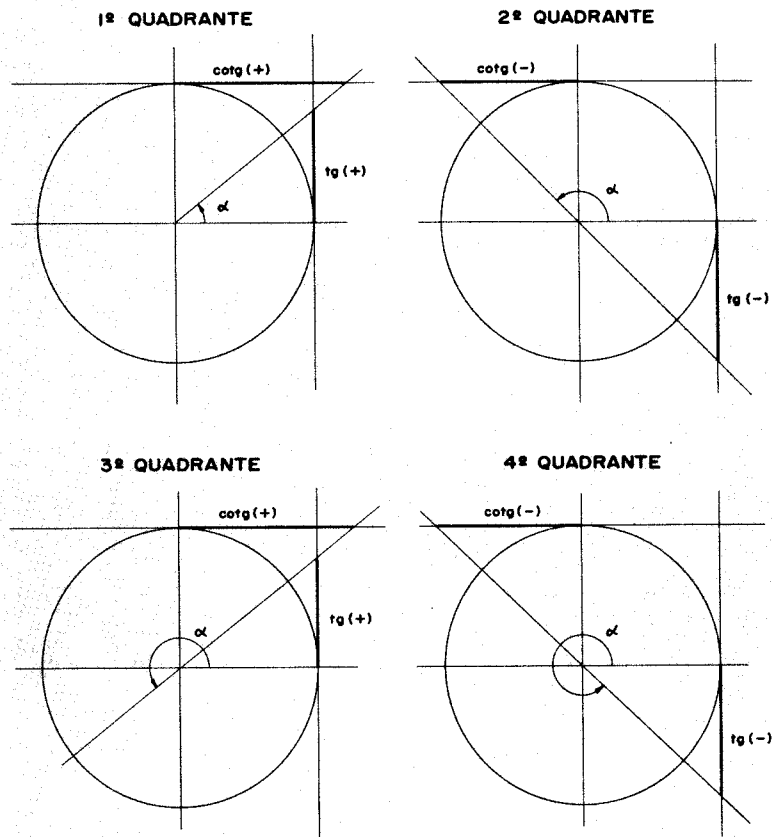
	5°		6°		7°		8°		9°		10°		11°		12°		13°		14°		
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	
0	0,08716	0,99619	0,10453	0,99452	0,12187	0,99255	0,13917	0,99027	0,15643	0,98769	0,17365	0,98481	0,19081	0,98163	0,20791	0,97815	0,22495	0,97437	0,24192	0,97030	60
1	0,08745	0,99617	0,10482	0,99449	0,12216	0,99251	0,13946	0,99023	0,15672	0,98764	0,17393	0,98476	0,19109	0,98157	0,20820	0,97809	0,22523	0,97430	0,24220	0,97023	59
2	0,08774	0,99614	0,10511	0,99446	0,12245	0,99248	0,13975	0,99019	0,15701	0,98760	0,17422	0,98471	0,19138	0,98152	0,20848	0,97803	0,22552	0,97424	0,24249	0,97015	58
3	0,08803	0,99612	0,10540	0,99443	0,12274	0,99244	0,14004	0,99015	0,15730	0,98755	0,17451	0,98466	0,19167	0,98146	0,20877	0,97797	0,22580	0,97417	0,24277	0,97008	57
4	0,08831	0,99609	0,10569	0,99440	0,12302	0,99240	0,14033	0,99011	0,15758	0,98751	0,17479	0,98461	0,19195	0,98140	0,20905	0,97791	0,22608	0,97411	0,24305	0,97001	56
5	0,08860	0,99607	0,10597	0,99437	0,12331	0,99237	0,14061	0,99006	0,15787	0,98746	0,17508	0,98455	0,19224	0,98135	0,20933	0,97784	0,22637	0,97404	0,24333	0,96994	55
6	0,08889	0,99604	0,10626	0,99434	0,12360	0,99233	0,14090	0,99002	0,15816	0,98741	0,17537	0,98450	0,19252	0,98129	0,20962	0,97778	0,22665	0,97398	0,24362	0,96987	54
7	0,08918	0,99602	0,10655	0,99431	0,12389	0,99230	0,14119	0,98998	0,15845	0,98737	0,17565	0,98445	0,19281	0,98124	0,20990	0,97772	0,22693	0,97391	0,24390	0,96980	53
8	0,08947	0,99599	0,10684	0,99428	0,12418	0,99226	0,14148	0,98994	0,15873	0,98732	0,17594	0,98440	0,19309	0,98118	0,21019	0,97766	0,22722	0,97384	0,24418	0,96973	52
9	0,08976	0,99596	0,10713	0,99424	0,12447	0,99222	0,14177	0,98990	0,15902	0,98728	0,17623	0,98435	0,19338	0,98112	0,21047	0,97760	0,22750	0,97378	0,24446	0,96966	51
10	0,09005	0,99594	0,10742	0,99421	0,12476	0,99219	0,14205	0,98986	0,15931	0,98723	0,17651	0,98430	0,19366	0,98107	0,21076	0,97754	0,22778	0,97371	0,24474	0,96959	50
11	0,09034	0,99591	0,10771	0,99418	0,12504	0,99215	0,14234	0,98982	0,15959	0,98718	0,17680	0,98425	0,19395	0,98101	0,21104	0,97748	0,22807	0,97368	0,24503	0,96952	49
12	0,09063	0,99588	0,10800	0,99415	0,12533	0,99211	0,14263	0,98978	0,15988	0,98714	0,17708	0,98420	0,19423	0,98096	0,21132	0,97742	0,22835	0,97365	0,24531	0,96945	48
13	0,09092	0,99586	0,10829	0,99412	0,12562	0,99208	0,14292	0,98973	0,16017	0,98709	0,17737	0,98414	0,19452	0,98090	0,21161	0,97735	0,22863	0,97351	0,24559	0,96937	47
14	0,09121	0,99583	0,10858	0,99409	0,12591	0,99204	0,14320	0,98969	0,16046	0,98704	0,17766	0,98409	0,19481	0,98084	0,21189	0,97729	0,22892	0,97345	0,24587	0,96930	46
15	0,09150	0,99580	0,10887	0,99406	0,12620	0,99200	0,14349	0,98965	0,16074	0,98700	0,17794	0,98404	0,19509	0,98079	0,21218	0,97723	0,22920	0,97338	0,24615	0,96923	45
16	0,09179	0,99578	0,10916	0,99402	0,12649	0,99197	0,14378	0,98961	0,16103	0,98695	0,17823	0,98399	0,19538	0,98073	0,21246	0,97717	0,22948	0,97331	0,24644	0,96916	44
17	0,09208	0,99575	0,10945	0,99399	0,12678	0,99193	0,14407	0,98957	0,16132	0,98690	0,17852	0,98394	0,19566	0,98067	0,21275	0,97711	0,22977	0,97325	0,24672	0,96909	43
18	0,09237	0,99572	0,10973	0,99396	0,12706	0,99189	0,14436	0,98953	0,16160	0,98686	0,17880	0,98389	0,19595	0,98061	0,21303	0,97705	0,23005	0,97318	0,24700	0,96902	42
19	0,09266	0,99570	0,11002	0,99393	0,12735	0,99186	0,14464	0,98949	0,16189	0,98681	0,17909	0,98383	0,19623	0,98056	0,21331	0,97698	0,23033	0,97311	0,24728	0,96894	41
20	0,09295	0,99567	0,11031	0,99390	0,12764	0,99182	0,14493	0,98944	0,16218	0,98676	0,17937	0,98378	0,19652	0,98050	0,21360	0,97692	0,23062	0,97304	0,24756	0,96887	40
21	0,09324	0,99564	0,11060	0,99386	0,12793	0,99178	0,14522	0,98940	0,16246	0,98671	0,17966	0,98373	0,19680	0,98044	0,21388	0,97686	0,23090	0,97298	0,24784	0,96880	39
22	0,09353	0,99562	0,11089	0,99383	0,12822	0,99175	0,14551	0,98936	0,16275	0,98667	0,17995	0,98368	0,19709	0,98039	0,21417	0,97680	0,23118	0,97291	0,24813	0,96873	38
23	0,09382	0,99559	0,11118	0,99380	0,12851	0,99171	0,14580	0,98931	0,16304	0,98662	0,18023	0,98362	0,19737	0,98033	0,21445	0,97673	0,23146	0,97284	0,24841	0,96866	37
24	0,09411	0,99556	0,11147	0,99377	0,12880	0,99167	0,14608	0,98927	0,16333	0,98657	0,18052	0,98357	0,19766	0,98027	0,21474	0,97667	0,23175	0,97278	0,24869	0,96858	36
25	0,09440	0,99553	0,11176	0,99374	0,12908	0,99163	0,14637	0,98923	0,16361	0,98652	0,18081	0,98352	0,19794	0,98021	0,21502	0,97661	0,23203	0,97271	0,24897	0,96851	35
26	0,09469	0,99551	0,11205	0,99370	0,12937	0,99160	0,14666	0,98919	0,16390	0,98648	0,18109	0,98347	0,19823	0,98016	0,21530	0,97655	0,23231	0,97264	0,24925	0,96844	34
27	0,09498	0,99548	0,11234	0,99367	0,12966	0,99156	0,14695	0,98914	0,16419	0,98643	0,18138	0,98341	0,19851	0,98010	0,21559	0,97648	0,23260	0,97257	0,24954	0,96837	33
28	0,09527	0,99545	0,11263	0,99364	0,12995	0,99152	0,14723	0,98910	0,16447	0,98638	0,18166	0,98336	0,19880	0,98004	0,21587	0,97642	0,23288	0,97251	0,24982	0,96829	32
29	0,09556	0,99542	0,11291	0,99360	0,13024	0,99148	0,14752	0,98906	0,16476	0,98633	0,18195	0,98331	0,19908	0,97998	0,21616	0,97636	0,23316	0,97244	0,25010	0,96822	31
30	0,09585	0,99540	0,11320	0,99357	0,13053	0,99144	0,14781	0,98902	0,16505	0,98629	0,18224	0,98325	0,19937	0,97992	0,21644	0,97630	0,23345	0,97237	0,25038	0,96815	30
31	0,09614	0,99537	0,11349	0,99354	0,13081	0,99141	0,14810	0,98897	0,16533	0,98624	0,18252	0,98320	0,19965	0,97987	0,21672	0,97623	0,23373	0,97230	0,25066	0,96807	29
32	0,09642	0,99534	0,11378	0,99351	0,13110	0,99137	0,14838	0,98893	0,16562	0,98619	0,18281	0,98315	0,19994	0,97981	0,21701	0,97617	0,23401	0,97223	0,25094	0,96800	28
33	0,09671	0,99531	0,11407	0,99347	0,13139	0,99133	0,14867	0,98889	0,16591	0,98614	0,18309	0,98310	0,20022	0,97975	0,21729	0,97611	0,23429	0,97217	0,25122	0,96793	27
34	0,09700	0,99528	0,11436	0,99344	0,13168	0,99129	0,14896	0,98884	0,16620	0,98609	0,18338	0,98304	0,20051	0,97969	0,21758	0,97604	0,23458	0,97210	0,25151	0,96786	26
35	0,09729	0,99526	0,11465	0,99341	0,13197	0,99125	0,14925	0,98880	0,16648	0,98604	0,18367	0,98299	0,20079	0,97963	0,21786	0,97598	0,23486	0,97203	0,25179	0,96778	25
36	0,09758	0,99523	0,11494	0,99337	0,13226	0,99122	0,14954	0,98876	0,16677	0,98600	0,18395	0,98294	0,20108	0,97958	0,21814	0,97592	0,23514	0,97196	0,25207	0,96771	24
37	0,09787	0,99520	0,11523	0,99334	0,13254	0,99118	0,14982	0,98871	0,16706	0,98595	0,18424	0,98288	0,20136	0,97952	0,21843	0,97585	0,23542	0,97189	0,25235	0,96764	23
38	0,09816	0,99517	0,11552	0,99331	0,13283	0,99114	0,15011	0,98867	0,16734	0,98590	0,18452	0,98283	0,20165	0,97946	0,21871	0,97579	0,23571	0,97182	0,25263	0,96756	22
39	0,09845	0,99514	0,11580	0,99327	0,13312	0,99110	0,15040	0,98863	0,16763	0,98585	0,18481	0,98277	0,20193	0,97940	0,21899	0,97573	0,23599	0,97176	0,25291	0,96749	21
40	0,09874	0,99511	0,11609	0,99324	0,13341	0,99106	0,15069	0,98858	0,16792	0,98580	0,18509	0,98272	0,20222	0,97934	0,21928	0,97566	0,23627	0,97169	0,25320	0,96742	20
41	0,09903	0,99508	0,11638	0,99320	0,13370	0,99102	0,15097	0,98854	0,16820	0,98575	0,18538	0,98267	0,20250	0,97928	0,21956	0,97560	0,23656	0,97162	0,25348	0,96734	19
42	0,09932	0,99506	0,11667	0,99317	0,13399	0,99098	0,15126	0,98849	0,16849	0,98570	0,18567	0,98261	0,20278	0,97922	0,21985	0,97553	0,23684	0,97155	0,25376	0,96727	18
43	0,09961	0,99503	0,11696	0,99314	0,13427	0,99094	0,15155	0,98845	0,16878	0,98565	0,18595	0,98256	0,20307	0,97916	0,22013	0,97547	0,23712	0,97148	0,25404	0,96719	17
44	0,09990	0,99500	0,11725	0,99310	0,13456	0,99091	0,15184	0,98841	0,16906	0,98561	0,18624	0,98250	0,20336	0,97910	0,22041	0,97541	0,23740	0,97141	0,25432	0,96712	16
45	0,10019	0,99497	0,11754	0,99307	0,13485	0,99087	0,15212	0,98836	0,16935	0,98556	0,18652	0,98245	0,20364	0,97905	0,22070	0,97534	0,23769	0,97134			

	15°		16°		17°		18°		19°		20°		21°		22°		23°		24°		
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	
0	0,25882	0,96593	0,27564	0,96126	0,29237	0,95630	0,30902	0,95106	0,32557	0,94552	0,34202	0,93969	0,35837	0,93358	0,37461	0,92718	0,39073	0,92050	0,40674	0,91355	60
1	0,25910	0,96585	0,27592	0,96118	0,29265	0,95622	0,30929	0,95097	0,32584	0,94542	0,34229	0,93959	0,35864	0,93348	0,37488	0,92707	0,39100	0,92039	0,40700	0,91343	59
2	0,25938	0,96578	0,27620	0,96110	0,29293	0,95613	0,30957	0,95088	0,32612	0,94533	0,34257	0,93949	0,35891	0,93337	0,37515	0,92697	0,39127	0,92028	0,40727	0,91331	58
3	0,25966	0,96570	0,27648	0,96102	0,29321	0,95605	0,30985	0,95079	0,32639	0,94523	0,34284	0,93939	0,35918	0,93327	0,37542	0,92686	0,39153	0,92016	0,40753	0,91319	57
4	0,25994	0,96562	0,27676	0,96094	0,29348	0,95596	0,31012	0,95070	0,32667	0,94514	0,34311	0,93929	0,35945	0,93316	0,37569	0,92675	0,39180	0,92005	0,40780	0,91307	56
5	0,26022	0,96555	0,27704	0,96086	0,29376	0,95588	0,31040	0,95061	0,32694	0,94504	0,34339	0,93919	0,35973	0,93306	0,37595	0,92664	0,39207	0,91994	0,40806	0,91295	55
6	0,26050	0,96547	0,27731	0,96078	0,29404	0,95579	0,31068	0,95052	0,32722	0,94495	0,34366	0,93909	0,36000	0,93295	0,37622	0,92653	0,39234	0,91982	0,40833	0,91283	54
7	0,26079	0,96540	0,27759	0,96070	0,29432	0,95571	0,31095	0,95043	0,32749	0,94485	0,34393	0,93899	0,36027	0,93285	0,37649	0,92642	0,39260	0,91971	0,40860	0,91272	53
8	0,26107	0,96532	0,27787	0,96062	0,29460	0,95562	0,31123	0,95033	0,32777	0,94476	0,34421	0,93889	0,36054	0,93274	0,37676	0,92631	0,39287	0,91959	0,40886	0,91260	52
9	0,26135	0,96524	0,27815	0,96054	0,29487	0,95554	0,31151	0,95024	0,32804	0,94466	0,34448	0,93879	0,36081	0,93264	0,37703	0,92620	0,39314	0,91948	0,40913	0,91248	51
10	0,26163	0,96517	0,27843	0,96046	0,29515	0,95545	0,31178	0,95015	0,32832	0,94457	0,34475	0,93869	0,36108	0,93253	0,37730	0,92609	0,39341	0,91936	0,40939	0,91236	50
11	0,26191	0,96509	0,27871	0,96037	0,29543	0,95536	0,31206	0,95006	0,32859	0,94447	0,34503	0,93859	0,36135	0,93243	0,37757	0,92598	0,39367	0,91925	0,40966	0,91224	49
12	0,26219	0,96502	0,27899	0,96029	0,29571	0,95528	0,31233	0,94997	0,32887	0,94438	0,34530	0,93849	0,36162	0,93232	0,37784	0,92587	0,39394	0,91914	0,40992	0,91212	48
13	0,26247	0,96494	0,27927	0,96021	0,29599	0,95519	0,31261	0,94988	0,32914	0,94428	0,34557	0,93839	0,36190	0,93222	0,37811	0,92576	0,39421	0,91902	0,41019	0,91200	47
14	0,26275	0,96486	0,27955	0,96013	0,29626	0,95511	0,31289	0,94979	0,32942	0,94418	0,34584	0,93829	0,36217	0,93211	0,37838	0,92565	0,39448	0,91891	0,41045	0,91188	46
15	0,26303	0,96479	0,27983	0,96005	0,29654	0,95502	0,31316	0,94970	0,32969	0,94409	0,34612	0,93819	0,36244	0,93201	0,37865	0,92554	0,39474	0,91879	0,41072	0,91176	45
16	0,26331	0,96471	0,28011	0,95997	0,29682	0,95493	0,31344	0,94961	0,32997	0,94399	0,34639	0,93809	0,36271	0,93190	0,37892	0,92543	0,39501	0,91868	0,41098	0,91164	44
17	0,26359	0,96463	0,28039	0,95989	0,29710	0,95485	0,31372	0,94952	0,33024	0,94390	0,34666	0,93799	0,36298	0,93180	0,37919	0,92532	0,39528	0,91856	0,41125	0,91152	43
18	0,26387	0,96456	0,28067	0,95981	0,29737	0,95476	0,31399	0,94943	0,33051	0,94380	0,34694	0,93789	0,36325	0,93169	0,37946	0,92521	0,39555	0,91845	0,41151	0,91140	42
19	0,26415	0,96448	0,28095	0,95972	0,29765	0,95467	0,31427	0,94933	0,33079	0,94370	0,34721	0,93779	0,36352	0,93159	0,37973	0,92510	0,39581	0,91833	0,41178	0,91128	41
20	0,26443	0,96440	0,28123	0,95964	0,29793	0,95459	0,31454	0,94924	0,33106	0,94361	0,34748	0,93769	0,36379	0,93148	0,37999	0,92499	0,39608	0,91822	0,41204	0,91116	40
21	0,26471	0,96433	0,28150	0,95956	0,29821	0,95450	0,31482	0,94915	0,33134	0,94351	0,34775	0,93759	0,36406	0,93137	0,38026	0,92488	0,39635	0,91810	0,41231	0,91104	39
22	0,26500	0,96425	0,28178	0,95948	0,29849	0,95441	0,31510	0,94906	0,33161	0,94342	0,34803	0,93748	0,36434	0,93127	0,38053	0,92477	0,39661	0,91799	0,41257	0,91092	38
23	0,26528	0,96417	0,28206	0,95940	0,29876	0,95433	0,31537	0,94897	0,33189	0,94332	0,34830	0,93738	0,36461	0,93116	0,38080	0,92466	0,39688	0,91787	0,41284	0,91080	37
24	0,26556	0,96410	0,28234	0,95931	0,29904	0,95424	0,31565	0,94888	0,33216	0,94322	0,34857	0,93728	0,36488	0,93106	0,38107	0,92455	0,39715	0,91775	0,41310	0,91068	36
25	0,26584	0,96402	0,28262	0,95923	0,29932	0,95415	0,31593	0,94878	0,33244	0,94313	0,34884	0,93718	0,36515	0,93095	0,38134	0,92444	0,39741	0,91764	0,41337	0,91056	35
26	0,26612	0,96394	0,28290	0,95915	0,29960	0,95407	0,31620	0,94869	0,33271	0,94303	0,34912	0,93708	0,36542	0,93084	0,38161	0,92432	0,39768	0,91752	0,41363	0,91044	34
27	0,26640	0,96386	0,28318	0,95907	0,29987	0,95398	0,31648	0,94860	0,33298	0,94293	0,34939	0,93698	0,36569	0,93074	0,38188	0,92421	0,39795	0,91741	0,41390	0,91032	33
28	0,26668	0,96379	0,28346	0,95898	0,30015	0,95389	0,31675	0,94851	0,33326	0,94284	0,34966	0,93688	0,36596	0,93063	0,38215	0,92410	0,39822	0,91729	0,41416	0,91020	32
29	0,26696	0,96371	0,28374	0,95890	0,30043	0,95380	0,31703	0,94842	0,33353	0,94274	0,34993	0,93677	0,36623	0,93052	0,38241	0,92399	0,39848	0,91718	0,41443	0,91008	31
30	0,26724	0,96363	0,28402	0,95882	0,30071	0,95372	0,31730	0,94832	0,33381	0,94264	0,35021	0,93667	0,36650	0,93042	0,38268	0,92388	0,39875	0,91706	0,41469	0,90996	30
31	0,26752	0,96355	0,28429	0,95874	0,30098	0,95363	0,31758	0,94823	0,33408	0,94254	0,35048	0,93657	0,36677	0,93031	0,38295	0,92377	0,39902	0,91694	0,41496	0,90984	29
32	0,26780	0,96347	0,28457	0,95865	0,30126	0,95354	0,31786	0,94814	0,33436	0,94245	0,35075	0,93647	0,36704	0,93020	0,38322	0,92366	0,39928	0,91683	0,41522	0,90972	28
33	0,26808	0,96340	0,28485	0,95857	0,30154	0,95345	0,31813	0,94805	0,33463	0,94235	0,35102	0,93637	0,36731	0,93010	0,38349	0,92355	0,39951	0,91671	0,41549	0,90960	27
34	0,26836	0,96332	0,28513	0,95849	0,30182	0,95337	0,31841	0,94795	0,33490	0,94225	0,35130	0,93626	0,36758	0,92999	0,38376	0,92343	0,39982	0,91660	0,41575	0,90948	26
35	0,26864	0,96324	0,28541	0,95841	0,30209	0,95328	0,31868	0,94786	0,33518	0,94215	0,35157	0,93616	0,36785	0,92988	0,38403	0,92332	0,40008	0,91648	0,41602	0,90936	25
36	0,26892	0,96316	0,28569	0,95832	0,30237	0,95319	0,31896	0,94777	0,33545	0,94206	0,35184	0,93606	0,36812	0,92978	0,38430	0,92321	0,40035	0,91636	0,41628	0,90924	24
37	0,26920	0,96308	0,28597	0,95824	0,30265	0,95310	0,31923	0,94768	0,33573	0,94196	0,35211	0,93596	0,36839	0,92967	0,38456	0,92310	0,40062	0,91625	0,41655	0,90911	23
38	0,26948	0,96301	0,28625	0,95816	0,30292	0,95301	0,31951	0,94758	0,33600	0,94186	0,35239	0,93585	0,36867	0,92956	0,38483	0,92290	0,40088	0,91613	0,41681	0,90899	22
39	0,26976	0,96293	0,28652	0,95807	0,30320	0,95293	0,31979	0,94749	0,33627	0,94176	0,35266	0,93575	0,36894	0,92945	0,38510	0,92287	0,40115	0,91601	0,41707	0,90887	21
40	0,27004	0,96285	0,28680	0,95799	0,30348	0,95284	0,32006	0,94740	0,33655	0,94167	0,35293	0,93565	0,36921	0,92935	0,38537	0,92276	0,40141	0,91590	0,41734	0,90875	20
41	0,27032	0,96277	0,28708	0,95791	0,30376	0,95275	0,32034	0,94730	0,33682	0,94157	0,35320	0,93555	0,36948	0,92924	0,38564	0,92265	0,40168	0,91578	0,41760	0,90863	19
42	0,27060	0,96269	0,28736	0,95782	0,30403	0,95266	0,32061	0,94721	0,33710	0,94147	0,35347	0,93544	0,36975	0,92913	0,38591	0,92254	0,40195	0,91566	0,41787	0,90851	18
43	0,27088	0,96261	0,28764	0,95774	0,30431	0,95257	0,32089	0,94712	0,33737	0,94137	0,35375	0,93534	0,37002	0,92902	0,38617	0,92243	0,40221	0,91555	0,41813	0,90839	17
44	0,27116	0,96253	0,28792	0,95766	0,30459	0,95248	0,32116	0,94702	0,33764	0,94127	0,35402	0,93524	0,37029	0,92892	0,38644	0,92231	0,40248	0,91543	0,41840	0,90826	16
45	0,27144	0,96246	0,28820	0,95757	0,30486	0,95240	0,32144	0,94693	0,33792	0,94118	0,35429	0,93514	0,37056	0,92881	0,38671	0,92220	0,40275	0,91			



	25°		26°		27°		28°		29°		30°		31°		32°		33°		34°		
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	
0	0,42262	0,90631	0,43837	0,89879	0,45399	0,89101	0,46947	0,88295	0,48481	0,87462	0,50000	0,86603	0,51504	0,85717	0,52992	0,84805	0,54464	0,83867	0,55919	0,82904	60
1	0,42288	0,90618	0,43863	0,89867	0,45425	0,89087	0,46973	0,88281	0,48506	0,87448	0,50025	0,86588	0,51529	0,85702	0,53017	0,84789	0,54488	0,83851	0,55943	0,82887	59
2	0,42315	0,90606	0,43889	0,89854	0,45451	0,89074	0,46999	0,88267	0,48532	0,87434	0,50050	0,86573	0,51554	0,85687	0,53041	0,84774	0,54513	0,83835	0,55968	0,82871	58
3	0,42341	0,90594	0,43916	0,89841	0,45477	0,89061	0,47024	0,88254	0,48557	0,87420	0,50076	0,86559	0,51579	0,85672	0,53066	0,84759	0,54537	0,83819	0,55992	0,82855	57
4	0,42367	0,90582	0,43942	0,89828	0,45503	0,89048	0,47050	0,88240	0,48583	0,87406	0,50101	0,86544	0,51604	0,85657	0,53091	0,84743	0,54561	0,83804	0,56016	0,82839	56
5	0,42394	0,90569	0,43968	0,89816	0,45529	0,89035	0,47076	0,88226	0,48608	0,87391	0,50126	0,86530	0,51628	0,85642	0,53115	0,84728	0,54586	0,83788	0,56040	0,82822	55
6	0,42420	0,90557	0,43994	0,89803	0,45554	0,89021	0,47101	0,88213	0,48634	0,87377	0,50151	0,86515	0,51653	0,85627	0,53140	0,84712	0,54610	0,83772	0,56064	0,82806	54
7	0,42446	0,90545	0,44020	0,89790	0,45580	0,89008	0,47127	0,88199	0,48659	0,87363	0,50176	0,86501	0,51678	0,85612	0,53164	0,84697	0,54635	0,83756	0,56088	0,82790	53
8	0,42473	0,90532	0,44046	0,89777	0,45606	0,88995	0,47153	0,88185	0,48684	0,87349	0,50201	0,86486	0,51703	0,85597	0,53189	0,84681	0,54659	0,83740	0,56112	0,82773	52
9	0,42499	0,90520	0,44072	0,89764	0,45632	0,88981	0,47178	0,88172	0,48710	0,87335	0,50227	0,86471	0,51728	0,85582	0,53214	0,84666	0,54683	0,83724	0,56136	0,82757	51
10	0,42525	0,90507	0,44098	0,89752	0,45658	0,88968	0,47204	0,88158	0,48735	0,87321	0,50252	0,86457	0,51753	0,85567	0,53238	0,84650	0,54708	0,83708	0,56160	0,82741	50
11	0,42552	0,90495	0,44124	0,89739	0,45684	0,88955	0,47229	0,88144	0,48761	0,87306	0,50277	0,86442	0,51778	0,85551	0,53263	0,84635	0,54732	0,83692	0,56184	0,82724	49
12	0,42578	0,90483	0,44151	0,89726	0,45710	0,88942	0,47255	0,88130	0,48786	0,87292	0,50302	0,86427	0,51803	0,85536	0,53288	0,84619	0,54756	0,83676	0,56208	0,82708	48
13	0,42604	0,90470	0,44177	0,89713	0,45736	0,88928	0,47281	0,88117	0,48811	0,87278	0,50327	0,86413	0,51828	0,85521	0,53312	0,84604	0,54781	0,83660	0,56232	0,82692	47
14	0,42631	0,90458	0,44203	0,89700	0,45762	0,88915	0,47306	0,88103	0,48837	0,87264	0,50352	0,86398	0,51852	0,85506	0,53337	0,84588	0,54805	0,83645	0,56256	0,82675	46
15	0,42657	0,90446	0,44229	0,89687	0,45787	0,88902	0,47332	0,88089	0,48862	0,87250	0,50377	0,86384	0,51877	0,85491	0,53361	0,84573	0,54829	0,83629	0,56280	0,82659	45
16	0,42683	0,90433	0,44255	0,89674	0,45813	0,88888	0,47358	0,88075	0,48888	0,87235	0,50403	0,86369	0,51902	0,85476	0,53386	0,84557	0,54854	0,83613	0,56305	0,82643	44
17	0,42709	0,90421	0,44281	0,89662	0,45829	0,88875	0,47383	0,88062	0,48913	0,87221	0,50428	0,86354	0,51927	0,85461	0,53411	0,84542	0,54878	0,83597	0,56329	0,82626	43
18	0,42736	0,90408	0,44307	0,89649	0,45865	0,88862	0,47409	0,88048	0,48938	0,87207	0,50453	0,86340	0,51952	0,85446	0,53435	0,84526	0,54902	0,83581	0,56353	0,82610	42
19	0,42762	0,90396	0,44333	0,89636	0,45891	0,88848	0,47434	0,88034	0,48964	0,87193	0,50478	0,86325	0,51977	0,85431	0,53460	0,84511	0,54927	0,83565	0,56377	0,82593	41
20	0,42788	0,90383	0,44359	0,89623	0,45917	0,88835	0,47460	0,88020	0,48989	0,87178	0,50503	0,86310	0,52002	0,85416	0,53484	0,84495	0,54951	0,83549	0,56401	0,82577	40
21	0,42815	0,90371	0,44385	0,89610	0,45942	0,88822	0,47486	0,88006	0,49014	0,87164	0,50528	0,86295	0,52026	0,85401	0,53509	0,84480	0,54975	0,83533	0,56425	0,82561	39
22	0,42841	0,90358	0,44411	0,89597	0,45968	0,88808	0,47511	0,87993	0,49040	0,87150	0,50553	0,86281	0,52051	0,85385	0,53534	0,84464	0,54999	0,83517	0,56449	0,82544	38
23	0,42867	0,90346	0,44437	0,89584	0,45994	0,88795	0,47537	0,87979	0,49065	0,87136	0,50578	0,86266	0,52076	0,85370	0,53558	0,84448	0,55024	0,83501	0,56473	0,82528	37
24	0,42894	0,90334	0,44464	0,89571	0,46020	0,88782	0,47562	0,87965	0,49090	0,87121	0,50603	0,86251	0,52101	0,85353	0,53583	0,84433	0,55048	0,83485	0,56497	0,82511	36
25	0,42920	0,90321	0,44490	0,89558	0,46046	0,88768	0,47588	0,87951	0,49116	0,87107	0,50628	0,86237	0,52126	0,85340	0,53607	0,84417	0,55072	0,83469	0,56521	0,82495	35
26	0,42946	0,90309	0,44516	0,89545	0,46072	0,88755	0,47614	0,87937	0,49141	0,87093	0,50654	0,86222	0,52151	0,85325	0,53632	0,84402	0,55097	0,83453	0,56545	0,82478	34
27	0,42972	0,90296	0,44542	0,89532	0,46097	0,88741	0,47639	0,87923	0,49166	0,87079	0,50679	0,86207	0,52175	0,85310	0,53656	0,84386	0,55121	0,83437	0,56569	0,82462	33
28	0,42999	0,90284	0,44568	0,89519	0,46123	0,88728	0,47665	0,87909	0,49192	0,87064	0,50704	0,86192	0,52200	0,85294	0,53681	0,84370	0,55145	0,83421	0,56593	0,82446	32
29	0,43025	0,90271	0,44594	0,89506	0,46149	0,88715	0,47690	0,87896	0,49217	0,87050	0,50729	0,86178	0,52225	0,85279	0,53705	0,84355	0,55169	0,83405	0,56617	0,82429	31
30	0,43051	0,90259	0,44620	0,89493	0,46175	0,88701	0,47716	0,87882	0,49242	0,87036	0,50754	0,86163	0,52250	0,85264	0,53730	0,84339	0,55194	0,83389	0,56641	0,82413	30
31	0,43077	0,90246	0,44646	0,89480	0,46201	0,88688	0,47741	0,87868	0,49268	0,87021	0,50779	0,86148	0,52275	0,85249	0,53754	0,84324	0,55218	0,83373	0,56665	0,82396	29
32	0,43104	0,90233	0,44672	0,89467	0,46226	0,88674	0,47767	0,87854	0,49293	0,87007	0,50804	0,86133	0,52299	0,85234	0,53779	0,84308	0,55242	0,83356	0,56689	0,82380	28
33	0,43130	0,90221	0,44698	0,89454	0,46252	0,88661	0,47793	0,87840	0,49318	0,86993	0,50829	0,86119	0,52324	0,85218	0,53804	0,84292	0,55266	0,83340	0,56713	0,82363	27
34	0,43156	0,90208	0,44724	0,89441	0,46278	0,88647	0,47818	0,87826	0,49344	0,86978	0,50854	0,86104	0,52349	0,85203	0,53828	0,84277	0,55291	0,83324	0,56736	0,82347	26
35	0,43182	0,90196	0,44750	0,89428	0,46304	0,88634	0,47844	0,87812	0,49369	0,86964	0,50879	0,86089	0,52374	0,85188	0,53853	0,84261	0,55315	0,83308	0,56760	0,82330	25
36	0,43209	0,90183	0,44776	0,89415	0,46330	0,88620	0,47869	0,87798	0,49394	0,86949	0,50904	0,86074	0,52399	0,85173	0,53877	0,84245	0,55339	0,83292	0,56784	0,82314	24
37	0,43235	0,90171	0,44802	0,89402	0,46355	0,88607	0,47895	0,87784	0,49419	0,86935	0,50929	0,86059	0,52423	0,85157	0,53902	0,84230	0,55363	0,83276	0,56808	0,82297	23
38	0,43261	0,90158	0,44828	0,89389	0,46381	0,88593	0,47920	0,87770	0,49445	0,86921	0,50954	0,86045	0,52448	0,85142	0,53926	0,84214	0,55388	0,83260	0,56832	0,82281	22
39	0,43287	0,90146	0,44854	0,89376	0,46407	0,88580	0,47946	0,87756	0,49470	0,86906	0,50979	0,86030	0,52473	0,85127	0,53951	0,84198	0,55412	0,83244	0,56856	0,82264	21
40	0,43313	0,90133	0,44880	0,89363	0,46433	0,88566	0,47971	0,87743	0,49495	0,86892	0,51004	0,86015	0,52498	0,85112	0,53975	0,84182	0,55436	0,83228	0,56880	0,82248	20
41	0,43340	0,90120	0,44906	0,89350	0,46458	0,88553	0,47997	0,87729	0,49521	0,86878	0,51029	0,86000	0,52522	0,85006	0,54000	0,84167	0,55460	0,83212	0,56904	0,82231	19
42	0,43366	0,90108	0,44932	0,89337	0,46484	0,88539	0,48022	0,87715	0,49546	0,86863	0,51054	0,85985	0,52547	0,85001	0,54024	0,84151	0,55484	0,83195	0,56928	0,82214	18
43	0,43392	0,90095	0,44958	0,89324	0,46510	0,88526	0,48048	0,87701	0,49571	0,86849	0,51079	0,85970	0,52572	0,85006	0,54049	0,84135	0,55509	0,83179	0,56952	0,82198	17
44	0,43418	0,90082	0,44984	0,89311	0,46536	0,88512	0,48073	0,87687	0,49596	0,86834	0,51104	0,85956	0,52597	0,85051	0,54073	0,84120	0,55533	0,83163	0,56976	0,82181	16
45	0,43445	0,90070	0,45010	0,89298	0,46561	0,88499	0,48099	0,87673	0,49622	0,86820	0,51129	0,85941	0,52621	0,85053	0,54097	0,84					

	35°		36°		37°		38°		39°		40°		41°		42°		43°		44°		
	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	seno	coseno	
0	0,57358	0,81915	0,58779	0,80902	0,60182	0,79864	0,61566	0,78801	0,62932	0,77715	0,64279	0,76604	0,65606	0,75471	0,66913	0,74314	0,68200	0,73135	0,69466	0,71934	60
1	0,57381	0,81899	0,58802	0,80885	0,60205	0,79846	0,61589	0,78783	0,62955	0,77696	0,64301	0,76588	0,65628	0,75452	0,66935	0,74295	0,68221	0,73116	0,69487	0,71914	59
2	0,57405	0,81882	0,58826	0,80867	0,60228	0,79829	0,61612	0,78765	0,62977	0,77678	0,64323	0,76567	0,65650	0,75433	0,66956	0,74276	0,68242	0,73098	0,69508	0,71894	58
3	0,57429	0,81865	0,58849	0,80850	0,60251	0,79811	0,61635	0,78747	0,63000	0,77660	0,64346	0,76548	0,65672	0,75414	0,66978	0,74258	0,68264	0,73076	0,69529	0,71873	57
4	0,57453	0,81848	0,58873	0,80833	0,60274	0,79793	0,61658	0,78729	0,63022	0,77641	0,64368	0,76530	0,65694	0,75395	0,66999	0,74237	0,68285	0,73056	0,69549	0,71853	56
5	0,57477	0,81832	0,58896	0,80816	0,60298	0,79776	0,61681	0,78711	0,63045	0,77623	0,64390	0,76511	0,65716	0,75375	0,67021	0,74217	0,68306	0,73036	0,69570	0,71833	55
6	0,57501	0,81815	0,58920	0,80799	0,60321	0,79758	0,61704	0,78694	0,63068	0,77605	0,64412	0,76492	0,65738	0,75356	0,67043	0,74198	0,68327	0,73016	0,69591	0,71813	54
7	0,57524	0,81798	0,58943	0,80782	0,60344	0,79741	0,61726	0,78676	0,63090	0,77586	0,64435	0,76473	0,65759	0,75337	0,67064	0,74178	0,68349	0,72996	0,69612	0,71792	53
8	0,57548	0,81782	0,58967	0,80765	0,60367	0,79723	0,61749	0,78658	0,63113	0,77568	0,64457	0,76455	0,65781	0,75318	0,67086	0,74169	0,68370	0,72976	0,69633	0,71772	52
9	0,57572	0,81765	0,58990	0,80748	0,60390	0,79706	0,61772	0,78640	0,63135	0,77550	0,64479	0,76438	0,65803	0,75299	0,67107	0,74139	0,68391	0,72957	0,69654	0,71752	51
10	0,57596	0,81748	0,59014	0,80730	0,60414	0,79688	0,61795	0,78622	0,63158	0,77531	0,64501	0,76417	0,65825	0,75280	0,67129	0,74120	0,68412	0,72937	0,69675	0,71732	50
11	0,57619	0,81731	0,59037	0,80713	0,60437	0,79671	0,61818	0,78604	0,63180	0,77513	0,64524	0,76398	0,65847	0,75261	0,67151	0,74100	0,68434	0,72917	0,69696	0,71711	49
12	0,57643	0,81714	0,59061	0,80696	0,60460	0,79653	0,61841	0,78586	0,63203	0,77494	0,64546	0,76380	0,65869	0,75241	0,67172	0,74080	0,68455	0,72897	0,69717	0,71691	48
13	0,57667	0,81698	0,59084	0,80679	0,60483	0,79635	0,61864	0,78568	0,63225	0,77476	0,64568	0,76361	0,65891	0,75222	0,67194	0,74061	0,68476	0,72877	0,69737	0,71671	47
14	0,57691	0,81681	0,59108	0,80662	0,60506	0,79618	0,61887	0,78550	0,63248	0,77458	0,64590	0,76342	0,65913	0,75203	0,67215	0,74041	0,68497	0,72857	0,69758	0,71650	46
15	0,57715	0,81664	0,59131	0,80644	0,60529	0,79600	0,61909	0,78532	0,63271	0,77439	0,64612	0,76323	0,65935	0,75184	0,67237	0,74022	0,68518	0,72837	0,69779	0,71630	45
16	0,57738	0,81647	0,59154	0,80627	0,60553	0,79583	0,61932	0,78514	0,63293	0,77421	0,64635	0,76304	0,65956	0,75165	0,67258	0,74002	0,68539	0,72817	0,69800	0,71610	44
17	0,57762	0,81631	0,59178	0,80610	0,60576	0,79565	0,61955	0,78496	0,63316	0,77402	0,64657	0,76286	0,65978	0,75146	0,67280	0,73983	0,68561	0,72797	0,69821	0,71590	43
18	0,57786	0,81614	0,59201	0,80593	0,60599	0,79547	0,61978	0,78478	0,63338	0,77384	0,64679	0,76267	0,66000	0,75126	0,67301	0,73963	0,68582	0,72777	0,69842	0,71569	42
19	0,57810	0,81597	0,59225	0,80576	0,60622	0,79530	0,62001	0,78460	0,63361	0,77366	0,64701	0,76248	0,66022	0,75107	0,67323	0,73944	0,68603	0,72757	0,69863	0,71549	41
20	0,57833	0,81580	0,59248	0,80558	0,60645	0,79512	0,62024	0,78442	0,63383	0,77347	0,64723	0,76229	0,66044	0,75088	0,67344	0,73924	0,68624	0,72737	0,69883	0,71529	40
21	0,57857	0,81563	0,59272	0,80541	0,60668	0,79494	0,62046	0,78424	0,63406	0,77329	0,64746	0,76210	0,66066	0,75069	0,67366	0,73904	0,68645	0,72717	0,69904	0,71508	39
22	0,57881	0,81546	0,59295	0,80524	0,60691	0,79477	0,62069	0,78405	0,63428	0,77310	0,64768	0,76192	0,66088	0,75050	0,67387	0,73885	0,68666	0,72697	0,69925	0,71488	38
23	0,57904	0,81530	0,59318	0,80507	0,60714	0,79459	0,62092	0,78387	0,63451	0,77292	0,64790	0,76173	0,66109	0,75030	0,67409	0,73865	0,68688	0,72677	0,69946	0,71468	37
24	0,57928	0,81513	0,59342	0,80489	0,60738	0,79441	0,62115	0,78369	0,63473	0,77273	0,64812	0,76154	0,66131	0,75011	0,67430	0,73846	0,68709	0,72657	0,69966	0,71447	36
25	0,57952	0,81496	0,59365	0,80472	0,60761	0,79424	0,62138	0,78351	0,63496	0,77255	0,64834	0,76135	0,66153	0,74992	0,67452	0,73826	0,68730	0,72637	0,69987	0,71427	35
26	0,57976	0,81479	0,59388	0,80455	0,60784	0,79406	0,62160	0,78333	0,63518	0,77236	0,64856	0,76116	0,66175	0,74973	0,67473	0,73806	0,68751	0,72617	0,70008	0,71407	34
27	0,57999	0,81462	0,59412	0,80438	0,60807	0,79388	0,62183	0,78315	0,63540	0,77218	0,64878	0,76097	0,66197	0,74953	0,67495	0,73787	0,68772	0,72597	0,70029	0,71386	33
28	0,58023	0,81445	0,59436	0,80420	0,60830	0,79371	0,62206	0,78297	0,63563	0,77199	0,64901	0,76078	0,66218	0,74934	0,67516	0,73767	0,68793	0,72577	0,70049	0,71366	32
29	0,58047	0,81428	0,59459	0,80403	0,60853	0,79353	0,62229	0,78279	0,63585	0,77181	0,64923	0,76059	0,66240	0,74915	0,67538	0,73747	0,68814	0,72557	0,70070	0,71345	31
30	0,58070	0,81412	0,59482	0,80386	0,60876	0,79335	0,62251	0,78261	0,63608	0,77162	0,64945	0,76041	0,66262	0,74896	0,67559	0,73728	0,68835	0,72537	0,70091	0,71325	30
31	0,58094	0,81395	0,59506	0,80369	0,60899	0,79318	0,62274	0,78243	0,63630	0,77144	0,64967	0,76022	0,66284	0,74876	0,67580	0,73708	0,68857	0,72517	0,70112	0,71305	29
32	0,58118	0,81378	0,59529	0,80351	0,60922	0,79300	0,62297	0,78225	0,63653	0,77125	0,64989	0,76003	0,66306	0,74857	0,67602	0,73688	0,68878	0,72497	0,70132	0,71284	28
33	0,58141	0,81361	0,59552	0,80334	0,60945	0,79282	0,62320	0,78206	0,63675	0,77107	0,65011	0,75984	0,66327	0,74838	0,67623	0,73669	0,68899	0,72477	0,70153	0,71264	27
34	0,58165	0,81344	0,59576	0,80316	0,60968	0,79264	0,62342	0,78188	0,63698	0,77088	0,65033	0,75965	0,66349	0,74818	0,67645	0,73649	0,68920	0,72457	0,70174	0,71243	26
35	0,58189	0,81327	0,59599	0,80299	0,60991	0,79247	0,62365	0,78170	0,63720	0,77070	0,65055	0,75946	0,66371	0,74799	0,67666	0,73629	0,68941	0,72437	0,70195	0,71223	25
36	0,58212	0,81310	0,59622	0,80282	0,61015	0,79229	0,62388	0,78152	0,63742	0,77051	0,65077	0,75927	0,66393	0,74780	0,67688	0,73610	0,68962	0,72417	0,70215	0,71203	24
37	0,58236	0,81293	0,59646	0,80264	0,61038	0,79211	0,62411	0,78134	0,63765	0,77033	0,65100	0,75908	0,66414	0,74760	0,67709	0,73590	0,68983	0,72397	0,70236	0,71182	23
38	0,58260	0,81276	0,59669	0,80247	0,61061	0,79193	0,62433	0,78116	0,63787	0,77014	0,65122	0,75889	0,66436	0,74741	0,67730	0,73570	0,69004	0,72377	0,70257	0,71162	22
39	0,58283	0,81259	0,59693	0,80230	0,61084	0,79176	0,62456	0,78098	0,63810	0,76996	0,65144	0,75870	0,66458	0,74722	0,67752	0,73551	0,69025	0,72357	0,70277	0,71141	21
40	0,58307	0,81242	0,59716	0,80212	0,61107	0,79158	0,62479	0,78079	0,63832	0,76977	0,65166	0,75851	0,66480	0,74703	0,67773	0,73531	0,69046	0,72337	0,70298	0,71121	20
41	0,58330	0,81225	0,59739	0,80195	0,61130	0,79140	0,62502	0,78061	0,63854	0,76959	0,65188	0,75832	0,66501	0,74683	0,67795	0,73511	0,69067	0,72317	0,70319	0,71100	19
42	0,58354	0,81208	0,59763	0,80178	0,61153	0,79122	0,62524	0,78043	0,63877	0,76940	0,65210	0,75813	0,66523	0,74664	0,67816	0,73491	0,69088	0,72297	0,70339	0,71080	18
43	0,58378	0,81191	0,59786	0,80160	0,61176	0,79105	0,62547	0,78025	0,63899	0,76921	0,65232	0,75794	0,66545	0,74644	0,67837	0,73472	0,69109	0,72277	0,70360	0,71059	17
44	0,58401	0,81174	0,59809	0,80143	0,61199	0,79087	0,62570	0,78007	0,63922	0,76903	0,65254	0,75775	0,66566	0,74625	0,67859	0,73452	0,69130	0,72257	0,70381	0,71039	16
45	0,58425	0,81157	0,59832	0,80125	0,61222	0,79069	0,62592	0,77989	0,63944	0,76884	0,65276	0,75756	0,66588	0,74606	0,67880						



	0°		1°		2°		3°		4°		
	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	
0	0,00000	∞	0,01746	57,290	0,03492	28,636	0,05241	19,081	0,06993	14,301	60
1	0,00029	3437,8	0,01775	56,351	0,03521	28,399	0,05270	18,976	0,07022	14,241	59
2	0,00058	1718,9	0,01804	55,442	0,03550	28,166	0,05299	18,871	0,07051	14,182	58
3	0,00087	1145,9	0,01833	54,561	0,03579	27,937	0,05328	18,768	0,07080	14,124	57
4	0,00116	859,44	0,01862	53,709	0,03609	27,712	0,05357	18,666	0,07110	14,065	56
5	0,00145	687,55	0,01891	52,882	0,03638	27,490	0,05387	18,565	0,07139	14,008	55
6	0,00175	572,96	0,01920	52,081	0,03667	27,271	0,05416	18,465	0,07168	13,951	54
7	0,00204	491,11	0,01949	51,303	0,03696	27,057	0,05445	18,365	0,07197	13,894	53
8	0,00233	429,72	0,01978	50,549	0,03725	26,845	0,05474	18,268	0,07227	13,838	52
9	0,00262	381,97	0,02007	49,816	0,03754	26,637	0,05503	18,171	0,07256	13,782	51
10	0,00291	343,77	0,02036	49,104	0,03783	26,432	0,05533	18,075	0,07285	13,727	50
11	0,00320	312,52	0,02066	48,412	0,03812	26,230	0,05562	17,980	0,07314	13,672	49
12	0,00349	286,48	0,02095	47,739	0,03842	26,031	0,05591	17,886	0,07344	13,617	48
13	0,00378	264,44	0,02124	47,085	0,03871	25,835	0,05620	17,793	0,07373	13,563	47
14	0,00407	245,55	0,02153	46,449	0,03900	25,642	0,05649	17,702	0,07402	13,510	46
15	0,00436	229,18	0,02182	45,829	0,03929	25,452	0,05678	17,611	0,07431	13,457	45
16	0,00465	214,86	0,02211	45,226	0,03958	25,264	0,05708	17,521	0,07461	13,404	44
17	0,00495	202,22	0,02240	44,639	0,03987	25,080	0,05737	17,431	0,07490	13,351	43
18	0,00524	190,98	0,02269	44,066	0,04016	24,898	0,05766	17,343	0,07519	13,300	42
19	0,00553	180,93	0,02298	43,508	0,04046	24,719	0,05795	17,256	0,07548	13,248	41
20	0,00582	171,89	0,02328	42,964	0,04075	24,542	0,05824	17,169	0,07578	13,197	40
21	0,00611	163,70	0,02357	42,434	0,04104	24,368	0,05853	17,084	0,07607	13,146	39
22	0,00640	156,26	0,02386	41,916	0,04133	24,196	0,05883	16,999	0,07636	13,096	38
23	0,00669	149,47	0,02415	41,411	0,04162	24,028	0,05912	16,915	0,07665	13,046	37
24	0,00698	143,24	0,02444	40,917	0,04191	23,859	0,05941	16,832	0,07695	12,996	36
25	0,00727	137,51	0,02473	40,436	0,04220	23,695	0,05970	16,750	0,07724	12,947	35
26	0,00756	132,22	0,02502	39,965	0,04250	23,532	0,05999	16,668	0,07753	12,898	34
27	0,00785	127,32	0,02531	39,506	0,04279	23,372	0,06029	16,587	0,07782	12,850	33
28	0,00815	122,77	0,02560	39,057	0,04308	23,214	0,06058	16,507	0,07811	12,801	32
29	0,00844	118,54	0,02589	38,618	0,04337	23,058	0,06087	16,428	0,07841	12,754	31
30	0,00873	114,59	0,02619	38,188	0,04366	22,904	0,06116	16,350	0,07870	12,706	30
31	0,00902	110,89	0,02648	37,769	0,04395	22,752	0,06145	16,272	0,07899	12,659	29
32	0,00931	107,43	0,02677	37,358	0,04424	22,602	0,06175	16,195	0,07929	12,612	28
33	0,00960	104,17	0,02706	36,956	0,04454	22,454	0,06204	16,119	0,07958	12,566	27
34	0,00989	101,11	0,02735	36,563	0,04483	22,308	0,06233	16,044	0,07987	12,520	26
35	0,01018	98,218	0,02764	36,178	0,04512	22,164	0,06262	15,969	0,08017	12,474	25
36	0,01047	95,490	0,02793	35,801	0,04541	22,022	0,06291	15,895	0,08046	12,429	24
37	0,01076	92,909	0,02822	35,431	0,04570	21,881	0,06321	15,821	0,08075	12,384	23
38	0,01105	90,463	0,02851	35,069	0,04599	21,743	0,06350	15,748	0,08104	12,339	22
39	0,01135	88,144	0,02881	34,715	0,04628	21,606	0,06379	15,676	0,08134	12,295	21
40	0,01164	85,940	0,02910	34,368	0,04658	21,470	0,06408	15,605	0,08163	12,250	20
41	0,01193	83,844	0,02939	34,027	0,04687	21,337	0,06437	15,534	0,08192	12,207	19
42	0,01222	81,847	0,02968	33,694	0,04716	21,205	0,06467	15,464	0,08221	12,163	18
43	0,01251	79,943	0,02997	33,366	0,04745	21,075	0,06496	15,394	0,08251	12,120	17
44	0,01280	78,126	0,03026	33,045	0,04774	20,946	0,06525	15,325	0,08280	12,077	16
45	0,01309	76,390	0,03055	32,730	0,04803	20,819	0,06554	15,257	0,08309	12,035	15
46	0,01338	74,729	0,03084	32,421	0,04833	20,693	0,06584	15,189	0,08339	11,992	14
47	0,01367	73,139	0,03114	32,118	0,04862	20,569	0,06613	15,122	0,08368	11,950	13
48	0,01396	71,615	0,03143	31,821	0,04891	20,446	0,06642	15,056	0,08397	11,909	12
49	0,01425	70,153	0,03172	31,528	0,04920	20,325	0,06671	14,990	0,08427	11,867	11
50	0,01455	68,750	0,03201	31,242	0,04949	20,206	0,06700	14,924	0,08456	11,826	10
51	0,01484	67,402	0,03230	30,960	0,04978	20,087	0,06730	14,860	0,08485	11,785	9
52	0,01513	66,106	0,03259	30,683	0,05007	19,970	0,06759	14,795	0,08514	11,745	8
53	0,01542	64,858	0,03288	30,412	0,05037	19,855	0,06788	14,732	0,08544	11,704	7
54	0,01571	63,657	0,03317	30,145	0,05066	19,740	0,06817	14,668	0,08573	11,665	6
55	0,01600	62,499	0,03346	29,882	0,05095	19,627	0,06847	14,606	0,08602	11,625	5
56	0,01629	61,383	0,03376	29,625	0,05124	19,516	0,06876	14,544	0,08632	11,585	4
57	0,01658	60,306	0,03405	29,371	0,05153	19,405	0,06905	14,482	0,08661	11,546	3
58	0,01687	59,266	0,03434	29,122	0,05182	19,296	0,06934	14,421	0,08690	11,507	2
59	0,01716	58,261	0,03463	28,877	0,05212	19,188	0,06963	14,361	0,08720	11,469	1
60	0,01746	57,290	0,03492	28,636	0,05241	19,081	0,06993	14,301	0,08749	11,430	0
	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	
	89°		88°		87°		86°		85°		

	5°		6°		7°		8°		9°		10°		11°		12°		13°		14°		
	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	
0	0,08749	11,430	0,10510	9,5144	0,12278	8,1444	0,14054	7,1154	0,15838	6,3138	0,17633	5,6713	0,19438	5,1446	0,21256	4,7046	0,23087	4,3315	0,24933	4,0108	60
1	0,08778	11,392	0,10540	9,4878	0,12308	8,1248	0,14084	7,1004	0,15868	6,3019	0,17663	5,6617	0,19468	5,1366	0,21286	4,6979	0,23117	4,3257	0,24964	4,0058	59
2	0,08807	11,354	0,10569	9,4614	0,12338	8,1054	0,14113	7,0855	0,15898	6,2901	0,17693	5,6521	0,19498	5,1286	0,21316	4,6912	0,23148	4,3200	0,24995	4,0009	58
3	0,08837	11,316	0,10599	9,4352	0,12367	8,0860	0,14143	7,0706	0,15928	6,2783	0,17723	5,6425	0,19529	5,1207	0,21347	4,6845	0,23179	4,3143	0,25026	3,9959	57
4	0,08866	11,279	0,10628	9,4090	0,12397	8,0667	0,14173	7,0558	0,15958	6,2666	0,17753	5,6330	0,19559	5,1128	0,21377	4,6779	0,23209	4,3086	0,25056	3,9910	56
5	0,08895	11,242	0,10657	9,3831	0,12426	8,0476	0,14202	7,0411	0,15988	6,2549	0,17783	5,6234	0,19589	5,1049	0,21408	4,6712	0,23240	4,3029	0,25087	3,9861	55
6	0,08925	11,205	0,10687	9,3572	0,12456	8,0285	0,14232	7,0264	0,16017	6,2431	0,17813	5,6140	0,19619	5,0970	0,21438	4,6646	0,23271	4,2972	0,25118	3,9812	54
7	0,08954	11,168	0,10716	9,3316	0,12485	8,0095	0,14262	7,0117	0,16047	6,2316	0,17843	5,6045	0,19649	5,0892	0,21469	4,6580	0,23301	4,2916	0,25149	3,9763	53
8	0,08983	11,132	0,10746	9,3060	0,12515	7,9906	0,14291	6,9972	0,16077	6,2200	0,17873	5,5951	0,19680	5,0814	0,21499	4,6514	0,23332	4,2860	0,25180	3,9714	52
9	0,09013	11,095	0,10775	9,2806	0,12544	7,9718	0,14321	6,9827	0,16107	6,2085	0,17903	5,5857	0,19710	5,0736	0,21529	4,6448	0,23363	4,2803	0,25211	3,9665	51
10	0,09042	11,059	0,10805	9,2553	0,12574	7,9530	0,14351	6,9628	0,16137	6,1970	0,17933	5,5764	0,19740	5,0658	0,21560	4,6383	0,23393	4,2747	0,25242	3,9617	50
11	0,09071	11,024	0,10834	9,2302	0,12603	7,9344	0,14381	6,9539	0,16167	6,1856	0,17963	5,5671	0,19770	5,0581	0,21590	4,6317	0,23424	4,2691	0,25273	3,9568	49
12	0,09101	10,988	0,10863	9,2052	0,12633	7,9158	0,14410	6,9395	0,16196	6,1742	0,17993	5,5578	0,19801	5,0504	0,21621	4,6252	0,23455	4,2635	0,25304	3,9520	48
13	0,09130	10,953	0,10893	9,1803	0,12662	7,8973	0,14440	6,9253	0,16226	6,1628	0,18023	5,5485	0,19831	5,0427	0,21651	4,6187	0,23485	4,2579	0,25335	3,9471	47
14	0,09159	10,918	0,10922	9,1555	0,12692	7,8790	0,14470	6,9110	0,16256	6,1515	0,18053	5,5393	0,19861	5,0350	0,21682	4,6122	0,23516	4,2524	0,25366	3,9423	46
15	0,09189	10,883	0,10952	9,1309	0,12722	7,8606	0,14499	6,8969	0,16286	6,1402	0,18083	5,5301	0,19891	5,0273	0,21712	4,6057	0,23547	4,2469	0,25397	3,9375	45
16	0,09218	10,848	0,10981	9,1065	0,12751	7,8424	0,14529	6,8828	0,16316	6,1290	0,18113	5,5209	0,19921	5,0197	0,21743	4,5993	0,23578	4,2413	0,25428	3,9327	44
17	0,09247	10,814	0,11011	9,0821	0,12781	7,8243	0,14559	6,8687	0,16346	6,1178	0,18143	5,5118	0,19952	5,0121	0,21773	4,5928	0,23608	4,2358	0,25459	3,9279	43
18	0,09277	10,780	0,11040	9,0579	0,12810	7,8062	0,14588	6,8548	0,16376	6,1066	0,18173	5,5026	0,19982	5,0045	0,21804	4,5864	0,23639	4,2303	0,25490	3,9232	42
19	0,09306	10,746	0,11070	9,0338	0,12840	7,7883	0,14618	6,8408	0,16405	6,0955	0,18203	5,4936	0,20012	4,9970	0,21834	4,5800	0,23670	4,2248	0,25521	3,9184	41
20	0,09335	10,712	0,11099	9,0098	0,12869	7,7704	0,14648	6,8269	0,16435	6,0844	0,18233	5,4845	0,20042	4,9894	0,21864	4,5736	0,23700	4,2193	0,25552	3,9136	40
21	0,09365	10,678	0,11128	8,9860	0,12899	7,7525	0,14678	6,8131	0,16465	6,0734	0,18263	5,4755	0,20073	4,9819	0,21895	4,5673	0,23731	4,2139	0,25583	3,9089	39
22	0,09394	10,645	0,11158	8,9623	0,12929	7,7348	0,14707	6,7994	0,16495	6,0624	0,18293	5,4665	0,20103	4,9744	0,21925	4,5609	0,23762	4,2084	0,25614	3,9042	38
23	0,09423	10,612	0,11187	8,9387	0,12958	7,7172	0,14737	6,7856	0,16525	6,0514	0,18323	5,4575	0,20133	4,9669	0,21956	4,5546	0,23793	4,2030	0,25645	3,8995	37
24	0,09453	10,579	0,11217	8,9152	0,12988	7,6996	0,14767	6,7720	0,16555	6,0405	0,18353	5,4486	0,20164	4,9595	0,21986	4,5483	0,23823	4,1976	0,25676	3,8947	36
25	0,09482	10,546	0,11246	8,8919	0,13017	7,6821	0,14796	6,7584	0,16585	6,0296	0,18384	5,4397	0,20194	4,9520	0,22017	4,5420	0,23854	4,1922	0,25707	3,8900	35
26	0,09511	10,514	0,11276	8,8686	0,13047	7,6647	0,14826	6,7448	0,16615	6,0188	0,18414	5,4308	0,20224	4,9446	0,22047	4,5357	0,23885	4,1868	0,25738	3,8854	34
27	0,09541	10,481	0,11305	8,8455	0,13076	7,6473	0,14856	6,7313	0,16645	6,0080	0,18444	5,4219	0,20254	4,9372	0,22078	4,5294	0,23916	4,1814	0,25769	3,8807	33
28	0,09570	10,449	0,11335	8,8225	0,13106	7,6301	0,14886	6,7179	0,16674	5,9972	0,18474	5,4131	0,20285	4,9298	0,22108	4,5232	0,23946	4,1760	0,25800	3,8760	32
29	0,09600	10,417	0,11364	8,7996	0,13136	7,6129	0,14915	6,7045	0,16704	5,9865	0,18504	5,4043	0,20315	4,9225	0,22139	4,5169	0,23977	4,1706	0,25831	3,8714	31
30	0,09629	10,385	0,11394	8,7769	0,13165	7,5958	0,14945	6,6912	0,16734	5,9758	0,18534	5,3955	0,20345	4,9152	0,22169	4,5107	0,24008	4,1653	0,25862	3,8667	30
31	0,09658	10,354	0,11423	8,7543	0,13195	7,5787	0,14975	6,6779	0,16764	5,9651	0,18564	5,3868	0,20376	4,9079	0,22200	4,5045	0,24039	4,1600	0,25893	3,8621	29
32	0,09688	10,322	0,11452	8,7317	0,13224	7,5618	0,15005	6,6646	0,16794	5,9545	0,18594	5,3781	0,20406	4,9006	0,22231	4,4983	0,24069	4,1547	0,25924	3,8575	28
33	0,09717	10,291	0,11482	8,7093	0,13254	7,5449	0,15034	6,6514	0,16824	5,9439	0,18624	5,3694	0,20436	4,8933	0,22261	4,4922	0,24100	4,1493	0,25955	3,8528	27
34	0,09746	10,260	0,11511	8,6870	0,13284	7,5281	0,15064	6,6383	0,16854	5,9334	0,18654	5,3607	0,20466	4,8861	0,22292	4,4860	0,24131	4,1441	0,25986	3,8482	26
35	0,09776	10,229	0,11541	8,6648	0,13313	7,5113	0,15094	6,6252	0,16884	5,9228	0,18684	5,3521	0,20497	4,8788	0,22322	4,4799	0,24162	4,1388	0,26017	3,8436	25
36	0,09805	10,199	0,11570	8,6428	0,13343	7,4947	0,15124	6,6124	0,16914	5,9124	0,18714	5,3435	0,20527	4,8716	0,22353	4,4737	0,24193	4,1335	0,26048	3,8391	24
37	0,09834	10,168	0,11600	8,6208	0,13372	7,4781	0,15153	6,5992	0,16944	5,9019	0,18745	5,3349	0,20557	4,8644	0,22383	4,4676	0,24223	4,1283	0,26079	3,8345	23
38	0,09864	10,138	0,11629	8,5989	0,13402	7,4615	0,15183	6,5863	0,16974	5,8915	0,18775	5,3263	0,20588	4,8573	0,22414	4,4616	0,24254	4,1230	0,26110	3,8299	22
39	0,09893	10,108	0,11659	8,5772	0,13432	7,4451	0,15213	6,5734	0,17004	5,8811	0,18805	5,3178	0,20618	4,8501	0,22444	4,4555	0,24285	4,1178	0,26141	3,8254	21
40	0,09923	10,078	0,11688	8,5556	0,13461	7,4287	0,15243	6,5606	0,17032	5,8708	0,18835	5,3093	0,20648	4,8430	0,22475	4,4494	0,24316	4,1126	0,26172	3,8208	20
41	0,09952	10,048	0,11718	8,5340	0,13491	7,4124	0,15272	6,5478	0,17062	5,8605	0,18865	5,3008	0,20679	4,8359	0,22505	4,4434	0,24347	4,1074	0,26203	3,8163	19
42	0,09981	10,018	0,11747	8,5126	0,13521	7,3962	0,15302	6,5350	0,17093	5,8502	0,18895	5,2924	0,20709	4,8288	0,22536	4,4374	0,24377	4,1022	0,26235	3,8118	18
43	0,10011	9,9893	0,11777	8,4913	0,13550	7,3800	0,15332	6,5223	0,17123	5,8400	0,18925	5,2839	0,20739	4,8218	0,22567	4,4313	0,24408	4,0970	0,26266	3,8073	17
44	0,10040	9,9601	0,11806	8,4706	0,13580	7,3639	0,15362	6,5097	0,17153	5,8298	0,18955	5,2755	0,20770	4,8147	0,22597	4,4253	0,24439	4,0918	0,26297	3,8028	16
45	0,10069	9,9310	0,11836	8,4490	0,13609	7,3479	0,15391	6,4971	0,17183	5,8197	0,18986	5,2672	0,20800	4,8077	0,22628	4,4194	0,24470	4,0867	0,26328	3,7983	15
46	0,10099	9,9021	0,11865	8,4280	0,13639	7,3319	0,15421	6,4846	0,17213	5,8095	0,19016	5,2588	0,20830	4,8007	0,22658	4,4134	0,24501	4,0815	0,26359	3,7938	14
47	0,10128	9,8734	0,11895	8,4071	0,13669	7,3160	0,15451	6,4721	0,17243	5,7994	0,19046	5,2505	0,20861								

	15°		16°		17°		18°		19°		20°		21°		22°		23°		24°		
	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	
0	0,26795	3,7321	0,28675	3,4874	0,30573	3,2709	0,32492	3,0777	0,34433	2,9042	0,36397	2,7475	0,38386	2,6051	0,40403	2,4751	0,42447	2,3559	0,44523	2,2460	60
1	0,26826	3,7277	0,28706	3,4836	0,30605	3,2675	0,32524	3,0746	0,34465	2,9015	0,36430	2,7450	0,38420	2,6028	0,40436	2,4730	0,42482	2,3540	0,44558	2,2443	59
2	0,26857	3,7234	0,28738	3,4798	0,30637	3,2641	0,32556	3,0716	0,34498	2,8987	0,36462	2,7425	0,38453	2,6006	0,40470	2,4710	0,42516	2,3521	0,44593	2,2425	58
3	0,26888	3,7191	0,28769	3,4760	0,30669	3,2607	0,32588	3,0686	0,34530	2,8960	0,36496	2,7400	0,38487	2,5983	0,40504	2,4689	0,42551	2,3502	0,44627	2,2408	57
4	0,26920	3,7148	0,28800	3,4722	0,30700	3,2573	0,32621	3,0655	0,34563	2,8933	0,36529	2,7376	0,38520	2,5961	0,40538	2,4668	0,42585	2,3483	0,44662	2,2390	56
5	0,26951	3,7105	0,28832	3,4684	0,30732	3,2539	0,32653	3,0625	0,34596	2,8906	0,36562	2,7351	0,38553	2,5938	0,40572	2,4648	0,42619	2,3464	0,44697	2,2373	55
6	0,26982	3,7062	0,28864	3,4646	0,30764	3,2506	0,32685	3,0595	0,34628	2,8878	0,36595	2,7326	0,38587	2,5916	0,40606	2,4627	0,42654	2,3447	0,44732	2,2355	54
7	0,27013	3,7019	0,28895	3,4608	0,30796	3,2472	0,32717	3,0565	0,34661	2,8851	0,36628	2,7302	0,38620	2,5893	0,40640	2,4607	0,42688	2,3426	0,44767	2,2338	53
8	0,27044	3,6976	0,28927	3,4570	0,30828	3,2438	0,32749	3,0535	0,34693	2,8824	0,36661	2,7277	0,38654	2,5871	0,40674	2,4586	0,42722	2,3407	0,44802	2,2320	52
9	0,27076	3,6934	0,28958	3,4533	0,30860	3,2405	0,32782	3,0505	0,34726	2,8797	0,36694	2,7253	0,38687	2,5848	0,40707	2,4566	0,42757	2,3388	0,44837	2,2303	51
10	0,27107	3,6891	0,28990	3,4495	0,30891	3,2371	0,32814	3,0475	0,34758	2,8770	0,36727	2,7228	0,38721	2,5826	0,40741	2,4545	0,42791	2,3369	0,44872	2,2286	50
11	0,27138	3,6849	0,29021	3,4458	0,30923	3,2338	0,32846	3,0445	0,34791	2,8743	0,36760	2,7204	0,38754	2,5804	0,40775	2,4525	0,42826	2,3351	0,44907	2,2268	49
12	0,27169	3,6806	0,29053	3,4420	0,30955	3,2305	0,32878	3,0415	0,34824	2,8716	0,36793	2,7179	0,38787	2,5782	0,40809	2,4504	0,42860	2,3332	0,44942	2,2251	48
13	0,27201	3,6764	0,29084	3,4383	0,30987	3,2272	0,32911	3,0385	0,34856	2,8689	0,36826	2,7155	0,38821	2,5759	0,40843	2,4484	0,42894	2,3313	0,44977	2,2234	47
14	0,27232	3,6722	0,29116	3,4346	0,31019	3,2238	0,32943	3,0356	0,34889	2,8662	0,36859	2,7131	0,38854	2,5737	0,40877	2,4464	0,42929	2,3294	0,45012	2,2216	46
15	0,27263	3,6680	0,29147	3,4308	0,31051	3,2205	0,32975	3,0326	0,34922	2,8636	0,36892	2,7106	0,38888	2,5715	0,40911	2,4443	0,42963	2,3276	0,45047	2,2199	45
16	0,27294	3,6638	0,29179	3,4271	0,31083	3,2172	0,33007	3,0296	0,34954	2,8609	0,36925	2,7082	0,38921	2,5693	0,40945	2,4423	0,42998	2,3257	0,45082	2,2182	44
17	0,27326	3,6596	0,29210	3,4234	0,31115	3,2139	0,33040	3,0267	0,34987	2,8582	0,36958	2,7058	0,38955	2,5671	0,40979	2,4403	0,43032	2,3238	0,45117	2,2165	43
18	0,27357	3,6554	0,29242	3,4197	0,31147	3,2106	0,33072	3,0237	0,35020	2,8556	0,36991	2,7034	0,38988	2,5649	0,41013	2,4383	0,43067	2,3220	0,45152	2,2148	42
19	0,27388	3,6512	0,29274	3,4160	0,31178	3,2073	0,33104	3,0208	0,35052	2,8529	0,37024	2,7009	0,39022	2,5627	0,41047	2,4362	0,43101	2,3201	0,45187	2,2130	41
20	0,27419	3,6471	0,29305	3,4124	0,31210	3,2041	0,33136	3,0178	0,35085	2,8502	0,37057	2,6985	0,39055	2,5605	0,41081	2,4342	0,43136	2,3183	0,45222	2,2113	40
21	0,27451	3,6429	0,29337	3,4087	0,31242	3,2008	0,33169	3,0149	0,35118	2,8476	0,37090	2,6961	0,39089	2,5583	0,41115	2,4322	0,43170	2,3164	0,45257	2,2096	39
22	0,27482	3,6387	0,29368	3,4050	0,31274	3,1975	0,33201	3,0120	0,35150	2,8449	0,37123	2,6937	0,39122	2,5561	0,41149	2,4302	0,43205	2,3146	0,45292	2,2079	38
23	0,27513	3,6346	0,29400	3,4014	0,31306	3,1943	0,33233	3,0090	0,35183	2,8423	0,37157	2,6913	0,39156	2,5539	0,41183	2,4282	0,43230	2,3127	0,45327	2,2062	37
24	0,27545	3,6305	0,29432	3,3977	0,31338	3,1910	0,33266	3,0061	0,35216	2,8397	0,37190	2,6889	0,39190	2,5517	0,41217	2,4262	0,43274	2,3109	0,45362	2,2045	36
25	0,27576	3,6264	0,29463	3,3941	0,31370	3,1878	0,33298	3,0032	0,35248	2,8370	0,37223	2,6865	0,39223	2,5495	0,41251	2,4242	0,43308	2,3090	0,45397	2,2028	35
26	0,27607	3,6222	0,29495	3,3904	0,31402	3,1845	0,33330	3,0003	0,35281	2,8344	0,37256	2,6841	0,39257	2,5473	0,41285	2,4222	0,43343	2,3072	0,45432	2,2011	34
27	0,27638	3,6181	0,29526	3,3868	0,31434	3,1813	0,33363	2,9974	0,35314	2,8318	0,37289	2,6818	0,39290	2,5452	0,41319	2,4202	0,43378	2,3053	0,45467	2,1994	33
28	0,27670	3,6141	0,29558	3,3832	0,31466	3,1780	0,33395	2,9945	0,35346	2,8291	0,37322	2,6794	0,39324	2,5430	0,41353	2,4182	0,43412	2,3035	0,45502	2,1977	32
29	0,27701	3,6100	0,29590	3,3796	0,31498	3,1748	0,33427	2,9916	0,35379	2,8265	0,37355	2,6770	0,39357	2,5408	0,41387	2,4162	0,43447	2,3017	0,45538	2,1960	31
30	0,27732	3,6059	0,29621	3,3759	0,31530	3,1716	0,33460	2,9887	0,35412	2,8239	0,37388	2,6746	0,39391	2,5387	0,41421	2,4142	0,43481	2,2998	0,45573	2,1943	30
31	0,27764	3,6018	0,29653	3,3723	0,31562	3,1684	0,33492	2,9858	0,35445	2,8213	0,37422	2,6723	0,39425	2,5365	0,41455	2,4122	0,43516	2,2980	0,45608	2,1926	29
32	0,27795	3,5978	0,29685	3,3688	0,31594	3,1652	0,33524	2,9829	0,35477	2,8187	0,37455	2,6699	0,39458	2,5343	0,41490	2,4103	0,43550	2,2962	0,45643	2,1909	28
33	0,27826	3,5937	0,29716	3,3652	0,31626	3,1620	0,33557	2,9800	0,35510	2,8161	0,37488	2,6675	0,39492	2,5322	0,41524	2,4083	0,43585	2,2944	0,45678	2,1892	27
34	0,27858	3,5897	0,29748	3,3616	0,31658	3,1588	0,33589	2,9772	0,35543	2,8135	0,37521	2,6652	0,39526	2,5300	0,41558	2,4063	0,43620	2,2925	0,45713	2,1876	26
35	0,27889	3,5856	0,29780	3,3580	0,31690	3,1556	0,33621	2,9743	0,35576	2,8109	0,37554	2,6628	0,39559	2,5279	0,41592	2,4043	0,43654	2,2907	0,45748	2,1859	25
36	0,27921	3,5816	0,29811	3,3544	0,31722	3,1524	0,33654	2,9714	0,35608	2,8083	0,37588	2,6605	0,39593	2,5257	0,41626	2,4024	0,43689	2,2889	0,45784	2,1842	24
37	0,27952	3,5776	0,29843	3,3509	0,31754	3,1492	0,33686	2,9686	0,35641	2,8057	0,37621	2,6581	0,39626	2,5236	0,41660	2,4004	0,43724	2,2871	0,45819	2,1825	23
38	0,27983	3,5736	0,29875	3,3473	0,31786	3,1461	0,33718	2,9657	0,35674	2,8032	0,37654	2,6558	0,39660	2,5214	0,41694	2,3984	0,43758	2,2853	0,45854	2,1808	22
39	0,28015	3,5696	0,29906	3,3438	0,31818	3,1429	0,33751	2,9629	0,35707	2,8006	0,37687	2,6534	0,39694	2,5193	0,41728	2,3965	0,43793	2,2835	0,45889	2,1792	21
40	0,28046	3,5656	0,29938	3,3402	0,31850	3,1397	0,33783	2,9600	0,35740	2,7980	0,37720	2,6511	0,39727	2,5172	0,41763	2,3945	0,43828	2,2817	0,45924	2,1775	20
41	0,28077	3,5616	0,29970	3,3367	0,31882	3,1366	0,33816	2,9572	0,35772	2,7955	0,37754	2,6488	0,39761	2,5150	0,41797	2,3925	0,43862	2,2799	0,45960	2,1758	19
42	0,28109	3,5576	0,30001	3,3332	0,31914	3,1334	0,33848	2,9544	0,35805	2,7929	0,37787	2,6464	0,39795	2,5129	0,41831	2,3906	0,43897	2,2781	0,45995	2,1742	18
43	0,28140	3,5536	0,30033	3,3297	0,31946	3,1303	0,33881	2,9515	0,35838	2,7903	0,37820	2,6441	0,39829	2,5108	0,41865	2,3886	0,43932	2,2763	0,46030	2,1725	17
44	0,28172	3,5497	0,30065	3,3261	0,31978	3,1271	0,33913	2,9487	0,35871	2,7878	0,37853	2,6418	0,39862	2,5086	0,41899	2,3867	0,43966	2,2745	0,46065	2,1708	16
45	0,28203	3,5457	0,30097	3,3226	0,32010	3,1240	0,33945	2,9459	0,35904	2,7852	0,37887	2,6395	0,39896	2,5065	0,41933	2,3847	0,44001	2,2727	0,46101	2,1692	15
46	0,28234	3,5418	0,30128	3,3191	0,32042	3,1209	0,33978	2,9431	0,35937	2,7827	0,37920	2,6371	0,39930	2,5044	0,41968	2,3828	0,44036	2,2709	0,46136	2,1675	14
47	0,28266	3,5379	0,30160	3,3157	0,32074	3,1178	0,34010	2,9403	0,35969	2,7801	0,37953	2,6348	0,39963	2,5023	0,42002						



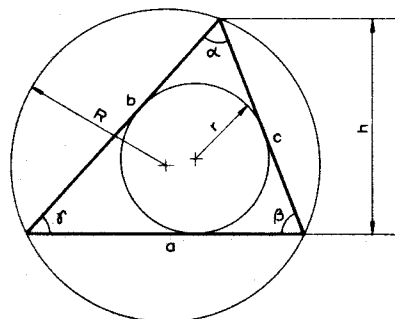
	25°		26°		27°		28°		29°		30°		31°		32°		33°		34°		
	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	
0	0,46631	2,1445	0,48773	2,0503	0,50953	1,9626	0,53171	1,8807	0,55431	1,8041	0,57735	1,7321	0,60086	1,6643	0,62487	1,6003	0,64941	1,5399	0,67451	1,4826	50
1	0,46666	2,1429	0,48809	2,0488	0,50989	1,9612	0,53208	1,8794	0,55469	1,8028	0,57774	1,7309	0,60126	1,6632	0,62527	1,5993	0,64982	1,5389	0,67493	1,4816	59
2	0,46702	2,1413	0,48845	2,0473	0,51026	1,9598	0,53246	1,8781	0,55507	1,8016	0,57813	1,7297	0,60165	1,6621	0,62568	1,5983	0,65024	1,5379	0,67536	1,4807	58
3	0,46737	2,1396	0,48881	2,0458	0,51063	1,9584	0,53283	1,8768	0,55545	1,8003	0,57851	1,7286	0,60205	1,6610	0,62608	1,5972	0,65065	1,5369	0,67578	1,4798	57
4	0,46772	2,1380	0,48917	2,0443	0,51099	1,9570	0,53320	1,8755	0,55583	1,7991	0,57890	1,7274	0,60245	1,6599	0,62649	1,5962	0,65106	1,5360	0,67620	1,4789	56
5	0,46808	2,1364	0,48953	2,0428	0,51136	1,9556	0,53358	1,8742	0,55621	1,7979	0,57929	1,7263	0,60284	1,6588	0,62689	1,5952	0,65148	1,5350	0,67663	1,4779	55
6	0,46843	2,1348	0,48989	2,0413	0,51173	1,9542	0,53395	1,8728	0,55659	1,7967	0,57968	1,7251	0,60324	1,6577	0,62730	1,5941	0,65179	1,5340	0,67705	1,4770	54
7	0,46879	2,1332	0,49026	2,0398	0,51209	1,9528	0,53432	1,8715	0,55697	1,7954	0,58007	1,7239	0,60364	1,6566	0,62770	1,5931	0,65231	1,5330	0,67748	1,4761	53
8	0,46914	2,1315	0,49062	2,0383	0,51246	1,9514	0,53470	1,8702	0,55736	1,7942	0,58046	1,7228	0,60403	1,6555	0,62811	1,5921	0,65272	1,5321	0,67790	1,4751	52
9	0,46950	2,1299	0,49098	2,0368	0,51283	1,9500	0,53507	1,8689	0,55774	1,7930	0,58085	1,7216	0,60443	1,6545	0,62852	1,5911	0,65314	1,5311	0,67832	1,4742	51
10	0,46985	2,1283	0,49134	2,0353	0,51319	1,9486	0,53545	1,8676	0,55812	1,7917	0,58124	1,7205	0,60483	1,6534	0,62892	1,5900	0,65355	1,5301	0,67875	1,4733	50
11	0,47021	2,1267	0,49170	2,0338	0,51356	1,9472	0,53582	1,8663	0,55850	1,7905	0,58162	1,7193	0,60522	1,6523	0,62933	1,5890	0,65397	1,5291	0,67917	1,4724	49
12	0,47056	2,1251	0,49206	2,0323	0,51393	1,9458	0,53620	1,8650	0,55888	1,7893	0,58201	1,7182	0,60562	1,6512	0,62973	1,5880	0,65438	1,5282	0,67960	1,4715	48
13	0,47092	2,1235	0,49242	2,0308	0,51430	1,9444	0,53657	1,8637	0,55926	1,7881	0,58240	1,7170	0,60602	1,6501	0,63014	1,5870	0,65480	1,5272	0,68002	1,4705	47
14	0,47128	2,1219	0,49278	2,0293	0,51467	1,9430	0,53694	1,8624	0,55964	1,7869	0,58279	1,7159	0,60642	1,6490	0,63055	1,5859	0,65521	1,5262	0,68045	1,4696	46
15	0,47163	2,1203	0,49315	2,0278	0,51503	1,9416	0,53732	1,8611	0,56003	1,7856	0,58318	1,7147	0,60681	1,6480	0,63095	1,5849	0,65563	1,5253	0,68088	1,4687	45
16	0,47199	2,1187	0,49351	2,0263	0,51540	1,9402	0,53769	1,8598	0,56041	1,7844	0,58357	1,7136	0,60721	1,6469	0,63136	1,5839	0,65604	1,5243	0,68130	1,4678	44
17	0,47234	2,1171	0,49387	2,0248	0,51577	1,9389	0,53807	1,8585	0,56079	1,7832	0,58396	1,7124	0,60761	1,6458	0,63177	1,5829	0,65646	1,5233	0,68173	1,4669	43
18	0,47270	2,1155	0,49423	2,0234	0,51614	1,9375	0,53844	1,8572	0,56117	1,7820	0,58435	1,7113	0,60801	1,6447	0,63217	1,5818	0,65688	1,5224	0,68215	1,4660	42
19	0,47305	2,1139	0,49459	2,0219	0,51651	1,9361	0,53882	1,8559	0,56156	1,7808	0,58474	1,7102	0,60841	1,6436	0,63258	1,5808	0,65729	1,5214	0,68258	1,4650	41
20	0,47341	2,1123	0,49495	2,0204	0,51688	1,9347	0,53920	1,8546	0,56194	1,7796	0,58513	1,7090	0,60881	1,6426	0,63299	1,5798	0,65771	1,5204	0,68301	1,4641	40
21	0,47377	2,1108	0,49532	2,0189	0,51724	1,9333	0,53957	1,8533	0,56232	1,7783	0,58552	1,7079	0,60921	1,6415	0,63340	1,5788	0,65813	1,5195	0,68343	1,4632	39
22	0,47412	2,1092	0,49568	2,0174	0,51761	1,9320	0,53995	1,8520	0,56270	1,7771	0,58591	1,7067	0,60960	1,6404	0,63380	1,5778	0,65854	1,5185	0,68386	1,4623	38
23	0,47448	2,1076	0,49604	2,0160	0,51798	1,9306	0,54032	1,8508	0,56309	1,7759	0,58631	1,7056	0,61000	1,6393	0,63421	1,5768	0,65896	1,5175	0,68429	1,4614	37
24	0,47483	2,1060	0,49640	2,0145	0,51835	1,9292	0,54070	1,8495	0,56347	1,7747	0,58670	1,7045	0,61040	1,6383	0,63462	1,5758	0,65938	1,5166	0,68471	1,4605	36
25	0,47519	2,1044	0,49677	2,0130	0,51872	1,9278	0,54107	1,8482	0,56385	1,7735	0,58709	1,7033	0,61080	1,6372	0,63503	1,5747	0,65980	1,5156	0,68514	1,4596	35
26	0,47555	2,1028	0,49713	2,0116	0,51909	1,9265	0,54145	1,8469	0,56424	1,7723	0,58748	1,7022	0,61120	1,6361	0,63544	1,5737	0,66021	1,5147	0,68557	1,4586	34
27	0,47590	2,1013	0,49749	2,0101	0,51946	1,9251	0,54183	1,8456	0,56462	1,7711	0,58787	1,7011	0,61160	1,6351	0,63584	1,5727	0,66063	1,5137	0,68600	1,4577	33
28	0,47626	2,0997	0,49786	2,0086	0,51983	1,9237	0,54220	1,8443	0,56501	1,7699	0,58826	1,6999	0,61200	1,6340	0,63626	1,5717	0,66105	1,5128	0,68642	1,4568	32
29	0,47662	2,0981	0,49822	2,0072	0,52020	1,9224	0,54258	1,8431	0,56539	1,7687	0,58865	1,6988	0,61240	1,6329	0,63666	1,5707	0,66147	1,5118	0,68685	1,4559	31
30	0,47698	2,0965	0,49858	2,0057	0,52057	1,9210	0,54296	1,8418	0,56577	1,7675	0,58905	1,6977	0,61280	1,6319	0,63707	1,5697	0,66189	1,5108	0,68728	1,4550	30
31	0,47733	2,0950	0,49894	2,0042	0,52094	1,9196	0,54333	1,8405	0,56616	1,7663	0,58944	1,6965	0,61320	1,6308	0,63748	1,5687	0,66230	1,5099	0,68771	1,4541	29
32	0,47769	2,0934	0,49931	2,0028	0,52131	1,9183	0,54371	1,8392	0,56654	1,7651	0,58983	1,6954	0,61360	1,6297	0,63789	1,5677	0,66272	1,5089	0,68814	1,4532	28
33	0,47805	2,0918	0,49967	2,0013	0,52168	1,9169	0,54409	1,8379	0,56693	1,7639	0,59022	1,6943	0,61400	1,6287	0,63830	1,5667	0,66314	1,5080	0,68857	1,4523	27
34	0,47840	2,0903	0,50004	1,9999	0,52205	1,9155	0,54446	1,8367	0,56731	1,7627	0,59061	1,6932	0,61440	1,6276	0,63871	1,5657	0,66356	1,5070	0,68900	1,4514	26
35	0,47876	2,0887	0,50040	1,9984	0,52242	1,9142	0,54484	1,8354	0,56769	1,7615	0,59101	1,6920	0,61480	1,6265	0,63912	1,5647	0,66398	1,5061	0,68942	1,4505	25
36	0,47912	2,0872	0,50076	1,9970	0,52279	1,9128	0,54522	1,8341	0,56808	1,7603	0,59149	1,6909	0,61520	1,6255	0,63953	1,5637	0,66440	1,5051	0,68985	1,4496	24
37	0,47948	2,0856	0,50113	1,9955	0,52316	1,9115	0,54560	1,8329	0,56846	1,7591	0,59179	1,6898	0,61561	1,6244	0,63994	1,5627	0,66482	1,5042	0,69028	1,4487	23
38	0,47984	2,0841	0,50149	1,9941	0,52353	1,9101	0,54597	1,8316	0,56885	1,7579	0,59218	1,6887	0,61601	1,6234	0,64035	1,5617	0,66524	1,5032	0,69071	1,4478	22
39	0,48019	2,0825	0,50185	1,9926	0,52390	1,9088	0,54635	1,8303	0,56923	1,7568	0,59258	1,6875	0,61641	1,6223	0,64076	1,5607	0,66566	1,5023	0,69114	1,4469	21
40	0,48055	2,0809	0,50222	1,9912	0,52427	1,9074	0,54673	1,8291	0,56962	1,7556	0,59297	1,6864	0,61681	1,6213	0,64117	1,5597	0,66608	1,5013	0,69157	1,4460	20
41	0,48091	2,0794	0,50259	1,9897	0,52464	1,9061	0,54711	1,8278	0,57000	1,7544	0,59336	1,6853	0,61721	1,6202	0,64158	1,5587	0,66650	1,5004	0,69200	1,4451	19
42	0,48127	2,0779	0,50295	1,9883	0,52501	1,9047	0,54748	1,8265	0,57039	1,7532	0,59376	1,6842	0,61761	1,6191	0,64199	1,5577	0,66692	1,4994	0,69243	1,4442	18
43	0,48163	2,0763	0,50331	1,9868	0,52538	1,9034	0,54786	1,8253	0,57078	1,7520	0,59415	1,6831	0,61801	1,6181	0,64240	1,5567	0,66734	1,4985	0,69286	1,4433	17
44	0,48198	2,0748	0,50368	1,9854	0,52575	1,9020	0,54824	1,8240	0,57116	1,7508	0,59454	1,6820	0,61842	1,6170	0,64281	1,5557	0,66776	1,4976	0,69329	1,4424	16
45	0,48234	2,0732	0,50404	1,9840	0,52613	1,9007	0,54862	1,8228	0,57155	1,7496	0,59494	1,6809	0,61882	1,6160	0,64322	1,5547	0,66818	1,4966	0,69372	1,4415	15
46	0,48270	2,0717	0,50441	1,9825	0,52650	1,8994	0,54900	1,8215	0,57193	1,7485	0,59533	1,6797	0,61922	1,6149	0,64363	1,5537	0,66860	1,4957	0,69416	1,4406	14
47	0,48306	2,0701	0,50477	1,9811	0,52687	1,8980	0,54938	1,8203	0,57232	1,7473	0,59573	1,6786	0,61962	1,6139	0,644						

	35°		36°		37°		38°		39°		40°		41°		42°		43°		44°		
	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	tang	cotang	
0	0,70021	1,4282	0,72654	1,3764	0,75355	1,3270	0,78129	1,2799	0,80978	1,2349	0,83910	1,1918	0,86929	-1,1504	0,90040	1,1106	0,93252	1,0724	0,96569	1,0355	60
1	0,70064	1,4273	0,72699	1,3755	0,75401	1,3262	0,78175	1,2792	0,81027	1,2342	0,83960	1,1911	0,86980	1,1497	0,90093	1,1100	0,93308	1,0717	0,96625	1,0349	59
2	0,70107	1,4264	0,72743	1,3747	0,75447	1,3254	0,78222	1,2784	0,81075	1,2334	0,84009	1,1904	0,87031	1,1490	0,90146	1,1093	0,93360	1,0711	0,96681	1,0343	58
3	0,70151	1,4255	0,72788	1,3739	0,75492	1,3246	0,78269	1,2776	0,81123	1,2327	0,84059	1,1896	0,87082	1,1483	0,90199	1,1087	0,93415	1,0705	0,96738	1,0337	57
4	0,70194	1,4246	0,72832	1,3730	0,75538	1,3238	0,78316	1,2769	0,81171	1,2320	0,84108	1,1889	0,87133	1,1477	0,90251	1,1080	0,93469	1,0699	0,96794	1,0331	56
5	0,70238	1,4237	0,72877	1,3722	0,75584	1,3230	0,78363	1,2761	0,81220	1,2312	0,84158	1,1882	0,87184	1,1470	0,90304	1,1074	0,93524	1,0693	0,96850	1,0325	55
6	0,70281	1,4229	0,72921	1,3713	0,75629	1,3222	0,78410	1,2754	0,81268	1,2305	0,84208	1,1875	0,87236	1,1463	0,90357	1,1067	0,93578	1,0686	0,96907	1,0319	54
7	0,70325	1,4220	0,72966	1,3705	0,75675	1,3214	0,78457	1,2746	0,81316	1,2298	0,84258	1,1868	0,87287	1,1457	0,90410	1,1061	0,93633	1,0680	0,96963	1,0313	53
8	0,70368	1,4211	0,73010	1,3697	0,75721	1,3206	0,78504	1,2738	0,81364	1,2290	0,84307	1,1861	0,87338	1,1450	0,90463	1,1054	0,93688	1,0674	0,97020	1,0307	52
9	0,70412	1,4202	0,73055	1,3688	0,75767	1,3198	0,78551	1,2731	0,81413	1,2283	0,84357	1,1854	0,87389	1,1443	0,90516	1,1048	0,93742	1,0668	0,97076	1,0301	51
10	0,70455	1,4193	0,73100	1,3680	0,75812	1,3190	0,78598	1,2723	0,81461	1,2276	0,84407	1,1847	0,87441	1,1436	0,90569	1,1041	0,93797	1,0661	0,97133	1,0295	50
11	0,70499	1,4185	0,73144	1,3672	0,75858	1,3183	0,78645	1,2715	0,81510	1,2269	0,84457	1,1840	0,87492	1,1430	0,90621	1,1035	0,93852	1,0655	0,97189	1,0289	49
12	0,70542	1,4176	0,73189	1,3663	0,75904	1,3175	0,78692	1,2708	0,81558	1,2261	0,84507	1,1833	0,87543	1,1423	0,90674	1,1029	0,93908	1,0649	0,97246	1,0283	48
13	0,70586	1,4167	0,73234	1,3655	0,75950	1,3167	0,78739	1,2700	0,81606	1,2254	0,84556	1,1826	0,87595	1,1416	0,90727	1,1022	0,93961	1,0643	0,97302	1,0277	47
14	0,70629	1,4159	0,73278	1,3647	0,75996	1,3159	0,78786	1,2693	0,81655	1,2247	0,84606	1,1819	0,87646	1,1410	0,90781	1,1016	0,94016	1,0637	0,97359	1,0271	46
15	0,70673	1,4150	0,73323	1,3638	0,76042	1,3151	0,78834	1,2685	0,81703	1,2239	0,84656	1,1813	0,87698	1,1403	0,90834	1,1009	0,94071	1,0630	0,97416	1,0265	45
16	0,70717	1,4141	0,73368	1,3630	0,76088	1,3143	0,78881	1,2677	0,81752	1,2232	0,84706	1,1806	0,87749	1,1396	0,90887	1,1003	0,94125	1,0624	0,97472	1,0259	44
17	0,70760	1,4132	0,73413	1,3622	0,76134	1,3135	0,78928	1,2670	0,81800	1,2225	0,84756	1,1799	0,87801	1,1389	0,90940	1,0996	0,94180	1,0618	0,97529	1,0253	43
18	0,70804	1,4124	0,73457	1,3613	0,76180	1,3127	0,78974	1,2662	0,81849	1,2218	0,84806	1,1792	0,87852	1,1383	0,90993	1,0990	0,94235	1,0612	0,97586	1,0247	42
19	0,70848	1,4115	0,73502	1,3605	0,76226	1,3119	0,79022	1,2655	0,81898	1,2210	0,84856	1,1785	0,87904	1,1376	0,91046	1,0983	0,94290	1,0606	0,97643	1,0241	41
20	0,70891	1,4106	0,73547	1,3597	0,76272	1,3111	0,79070	1,2647	0,81946	1,2203	0,84906	1,1778	0,87955	1,1369	0,91099	1,0977	0,94345	1,0599	0,97700	1,0236	40
21	0,70935	1,4097	0,73592	1,3589	0,76318	1,3103	0,79117	1,2640	0,81995	1,2196	0,84956	1,1771	0,88007	1,1363	0,91153	1,0971	0,94400	1,0593	0,97756	1,0230	39
22	0,70979	1,4089	0,73637	1,3580	0,76364	1,3095	0,79164	1,2632	0,82044	1,2189	0,85007	1,1764	0,88058	1,1356	0,91206	1,0964	0,94455	1,0587	0,97813	1,0224	38
23	0,71023	1,4080	0,73681	1,3572	0,76410	1,3087	0,79212	1,2624	0,82092	1,2181	0,85057	1,1757	0,88110	1,1349	0,91259	1,0958	0,94510	1,0581	0,97870	1,0218	37
24	0,71066	1,4071	0,73726	1,3564	0,76456	1,3080	0,79259	1,2617	0,82141	1,2174	0,85107	1,1750	0,88162	1,1343	0,91313	1,0951	0,94565	1,0575	0,97927	1,0212	36
25	0,71110	1,4063	0,73771	1,3555	0,76502	1,3072	0,79306	1,2609	0,82190	1,2167	0,85157	1,1743	0,88214	1,1336	0,91366	1,0945	0,94620	1,0569	0,97984	1,0206	35
26	0,71154	1,4054	0,73816	1,3547	0,76548	1,3064	0,79354	1,2602	0,82238	1,2160	0,85207	1,1736	0,88265	1,1330	0,91419	1,0939	0,94676	1,0562	0,98041	1,0200	34
27	0,71198	1,4045	0,73861	1,3539	0,76594	1,3056	0,79401	1,2594	0,82285	1,2153	0,85257	1,1729	0,88317	1,1323	0,91473	1,0932	0,94731	1,0556	0,98098	1,0194	33
28	0,71242	1,4037	0,73906	1,3531	0,76640	1,3048	0,79449	1,2587	0,82336	1,2145	0,85308	1,1722	0,88369	1,1316	0,91526	1,0926	0,94786	1,0550	0,98155	1,0188	32
29	0,71285	1,4028	0,73951	1,3522	0,76686	1,3040	0,79496	1,2579	0,82385	1,2138	0,85358	1,1715	0,88421	1,1310	0,91580	1,0920	0,94841	1,0544	0,98213	1,0182	31
30	0,71329	1,4020	0,73996	1,3514	0,76733	1,3032	0,79544	1,2572	0,82434	1,2131	0,85408	1,1709	0,88473	1,1303	0,91633	1,0913	0,94896	1,0538	0,98270	1,0176	30
31	0,71373	1,4011	0,74041	1,3506	0,76779	1,3024	0,79591	1,2564	0,82483	1,2124	0,85458	1,1702	0,88524	1,1296	0,91687	1,0907	0,94952	1,0532	0,98327	1,0170	29
32	0,71417	1,4002	0,74086	1,3498	0,76825	1,3017	0,79639	1,2557	0,82531	1,2117	0,85509	1,1695	0,88576	1,1290	0,91740	1,0900	0,95007	1,0526	0,98384	1,0164	28
33	0,71461	1,3994	0,74131	1,3490	0,76871	1,3009	0,79686	1,2549	0,82580	1,2109	0,85559	1,1688	0,88628	1,1283	0,91794	1,0894	0,95062	1,0519	0,98441	1,0158	27
34	0,71505	1,3985	0,74176	1,3481	0,76918	1,3001	0,79734	1,2542	0,82629	1,2102	0,85609	1,1681	0,88680	1,1277	0,91847	1,0888	0,95118	1,0513	0,98499	1,0152	26
35	0,71549	1,3976	0,74221	1,3473	0,76964	1,2993	0,79781	1,2534	0,82678	1,2095	0,85660	1,1674	0,88732	1,1270	0,91901	1,0881	0,95173	1,0507	0,98556	1,0147	25
36	0,71593	1,3968	0,74267	1,3465	0,77010	1,2985	0,79829	1,2527	0,82727	1,2088	0,85710	1,1667	0,88784	1,1263	0,91955	1,0875	0,95229	1,0501	0,98613	1,0141	24
37	0,71637	1,3959	0,74312	1,3457	0,77057	1,2978	0,79877	1,2519	0,82776	1,2081	0,85761	1,1660	0,88836	1,1257	0,92008	1,0869	0,95284	1,0495	0,98671	1,0135	23
38	0,71681	1,3951	0,74357	1,3449	0,77103	1,2970	0,79924	1,2512	0,82825	1,2074	0,85811	1,1654	0,88888	1,1250	0,92062	1,0862	0,95340	1,0489	0,98728	1,0129	22
39	0,71725	1,3942	0,74402	1,3441	0,77149	1,2962	0,79972	1,2504	0,82874	1,2067	0,85862	1,1647	0,88940	1,1244	0,92116	1,0856	0,95395	1,0483	0,98786	1,0123	21
40	0,71769	1,3934	0,74447	1,3432	0,77196	1,2954	0,80020	1,2497	0,82923	1,2059	0,85912	1,1640	0,88992	1,1237	0,92170	1,0850	0,95451	1,0477	0,98843	1,0117	20
41	0,71813	1,3925	0,74492	1,3424	0,77242	1,2946	0,80067	1,2490	0,82972	1,2052	0,85963	1,1633	0,89045	1,1230	0,92224	1,0843	0,95506	1,0471	0,98901	1,0111	19
42	0,71857	1,3917	0,74538	1,3416	0,77289	1,2939	0,80115	1,2482	0,83022	1,2045	0,86014	1,1626	0,89097	1,1224	0,92277	1,0837	0,95562	1,0464	0,98958	1,0105	18
43	0,71901	1,3908	0,74583	1,3408	0,77335	1,2931	0,80163	1,2475	0,83071	1,2038	0,86064	1,1619	0,89149	1,1217	0,92331	1,0831	0,95618	1,0458	0,99016	1,0099	17
44	0,71946	1,3899	0,74628	1,3400	0,77382	1,2923	0,80211	1,2467	0,83120	1,2031	0,86115	1,1612	0,89201	1,1211	0,92385	1,0824	0,95673	1,0452	0,99073	1,0094	16
45	0,71990	1,3891	0,74674	1,3392	0,77428	1,2915	0,80258	1,2460	0,83169	1,2024	0,86166	1,1606	0,89253	1,1204	0,92439	1,0818	0,95729	1,0446	0,99131	1,0088	15
46	0,72034	1,3882	0,74719	1,3384	0,77475	1,2907	0,80306	1,2452	0,83218	1,2017	0,86216	1,1599	0,89306	1,1198	0,92493	1,0812	0,95785	1,0440	0,99189	1,0082	14
47	0,72078	1,3874	0,74764	1,3375	0,77521	1,2900	0,80354	1,2445	0,83268	1,2010	0,86267	1,1592	0,89358	1,1191	0,92547						



# RELAÇÕES ENTRE OS ELEMENTOS DO TRIÂNGULO

## NOMENCLATURA



$S$  = área do triângulo  
 $a, b, c$  = lados do triângulo  
 $\alpha, \beta, \gamma$  = ângulos opostos dos lados  
 $\frac{a+b+c}{2} = s$  = semi-perímetro  
 $r$  = raio do círculo inscrito  
 $R$  = raio do círculo circunscrito

## FÓRMULAS GERAIS

$$\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$$

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma} = \frac{a}{\sin(\beta + \gamma)} = \frac{b}{\sin(\gamma + \alpha)} = \frac{c}{\sin(\alpha + \beta)} = 2R$$

$$a = b \cdot \cos \gamma + c \cdot \cos \beta$$

$$b = c \cdot \cos \alpha + a \cdot \cos \gamma$$

$$c = a \cdot \cos \beta + b \cdot \cos \alpha$$

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos \alpha$$

$$b^2 = c^2 + a^2 - 2 \cdot c \cdot a \cdot \cos \beta$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos \gamma$$

$$\cotg \alpha = \frac{b - a \cdot \cos \gamma}{a \cdot \sin \gamma} = \frac{c - a \cdot \cos \beta}{a \cdot \sin \beta}$$

$$\cotg \beta = \frac{c - b \cdot \cos \alpha}{b \cdot \sin \alpha} = \frac{a - b \cdot \cos \gamma}{b \cdot \sin \gamma}$$

$$\cotg \gamma = \frac{a - c \cdot \cos \beta}{c \cdot \sin \beta} = \frac{b - c \cdot \cos \alpha}{c \cdot \sin \alpha}$$

$$\sin \frac{1}{2} \alpha = \sqrt{\frac{(s-b)(s-c)}{b \cdot c}}$$

$$\cos \frac{1}{2} \alpha = \sqrt{\frac{s(s-a)}{b \cdot c}}$$

$$\tg \frac{1}{2} \alpha = \sqrt{\frac{(s-b)(s-c)}{s(s-a)}}$$

$$\sin \alpha = \frac{2}{b \cdot c} \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

$$R = \frac{a}{2 \cdot \sin \alpha} = \frac{b}{2 \cdot \sin \beta} = \frac{c}{2 \cdot \sin \gamma} = \frac{s}{4 \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{\beta}{2} \cdot \cos \frac{\gamma}{2}} = \frac{a \cdot b \cdot c}{4 \cdot r \cdot s}$$

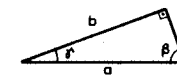
$$r = 4R \sin \frac{\alpha}{2} \cdot \sin \frac{\beta}{2} \cdot \sin \frac{\gamma}{2} = \sqrt{\frac{(s-a)(s-b)(s-c)}{s}} = \frac{a \cdot b \cdot c}{4 \cdot R \cdot s} = s \cdot \tg \frac{\alpha}{2} \cdot \tg \frac{\beta}{2} \cdot \tg \frac{\gamma}{2}$$

$$S = \frac{1}{2} b \cdot c \cdot \sin \alpha = \frac{1}{2} c \cdot a \cdot \sin \beta = \frac{1}{2} a \cdot b \cdot \sin \gamma = 2 \cdot R^2 \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta \cdot \sin \gamma =$$

$$= \frac{1}{2} R^2 (\sin 2\alpha + \sin 2\beta + \sin 2\gamma) = r^2 \cdot \cotg \frac{\alpha}{2} \cdot \cotg \frac{\beta}{2} \cdot \cotg \frac{\gamma}{2} = r \cdot s = \frac{a \cdot b \cdot c}{4R} =$$

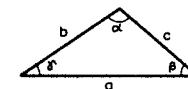
$$= s^2 \cdot \tg \frac{\alpha}{2} \cdot \tg \frac{\beta}{2} \cdot \tg \frac{\gamma}{2} = \frac{a \cdot b \cdot c}{s} \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \frac{\beta}{2} \cdot \cos \frac{\gamma}{2} = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)} = \frac{b \cdot h}{2}$$

## RESOLUÇÃO DE TRIÂNGULOS RETÂNGULOS



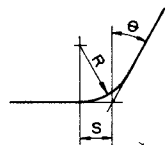
INCÓGNITA	FÓRMULAS
hipotenusa a	$a = \sqrt{b^2 + c^2} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\cos \beta} = \frac{b}{\cos \gamma} = \frac{c}{\sin \gamma}$
cateto b	$b = \sqrt{a^2 - c^2} = a \cdot \sin \beta = \frac{c}{\cotg \beta} = c \cdot \tg \beta = a \cdot \cos \gamma = c \cdot \cotg \gamma = \frac{c}{\tg \gamma}$
cateto c	$c = \sqrt{a^2 - b^2} = a \cdot \cos \beta = \frac{b}{\tg \beta} = b \cdot \cotg \beta = a \cdot \sin \gamma = \frac{b}{\cotg \gamma} = b \cdot \tg \gamma$
ângulo beta	$\beta = 90^\circ - \gamma \quad \sin \beta = \frac{b}{a} \quad \cos \beta = \frac{c}{a} \quad \tg \beta = \frac{b}{c} \quad \cotg \beta = \frac{c}{b}$
ângulo gamma	$\gamma = 90^\circ - \beta \quad \cos \gamma = \frac{b}{a} \quad \sin \gamma = \frac{c}{a} \quad \cotg \gamma = \frac{b}{c} \quad \tg \gamma = \frac{c}{b}$

## RESOLUÇÃO DE TRIÂNGULOS OBLIQUÂNGULOS

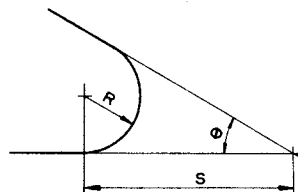


DADOS	INCÓGNITAS
três lados	$\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2 \cdot b \cdot c} \quad \cos \beta = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2 \cdot a \cdot c} \quad \cos \gamma = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2 \cdot a \cdot b}$
dois lados e o ângulo oposto a um deles	$\sin \alpha = \frac{a \cdot \sin \beta}{b} = \frac{a \cdot \sin \gamma}{c}$ $\sin \beta = \frac{b \cdot \sin \alpha}{a} = \frac{b \cdot \sin \gamma}{c}$ $\sin \gamma = \frac{c \cdot \sin \alpha}{a} = \frac{c \cdot \sin \beta}{b}$
dois lados e o ângulo compreendido	$\tg \alpha = \frac{a \cdot \sin \gamma}{b - a \cdot \cos \gamma} = \frac{a \cdot \sin \beta}{c - a \cdot \cos \beta} \quad a = \sqrt{b^2 + c^2 - 2 \cdot b \cdot c \cdot \cos \alpha}$ $\tg \beta = \frac{b \cdot \sin \gamma}{a - b \cdot \cos \gamma} = \frac{b \cdot \sin \alpha}{c - b \cdot \cos \alpha} \quad b = \sqrt{a^2 + c^2 - 2 \cdot a \cdot c \cdot \cos \beta}$ $\tg \gamma = \frac{c \cdot \sin \beta}{a - c \cdot \cos \beta} = \frac{c \cdot \sin \alpha}{b - c \cdot \cos \alpha} \quad c = \sqrt{a^2 + b^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos \gamma}$
um lado e dois ângulos	$\alpha = 180^\circ - (\beta + \gamma) \quad a = \frac{b \cdot \sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{c \cdot \sin \alpha}{\sin \gamma}$ $\beta = 180^\circ - (\alpha + \gamma) \quad b = \frac{a \cdot \sin \beta}{\sin \alpha} = \frac{c \cdot \sin \beta}{\sin \gamma}$ $\gamma = 180^\circ - (\alpha + \beta) \quad c = \frac{b \cdot \sin \gamma}{\sin \beta} = \frac{a \cdot \sin \gamma}{\sin \alpha}$

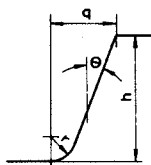
ALGUNS PROBLEMAS TRIGONOMÉTRICOS COMUNS NOS PROJETOS DE ESTAMPOS E MOLDES PARA PLÁSTICOS.



$$S = R \cotg \left( \frac{90^\circ + \theta}{2} \right)$$

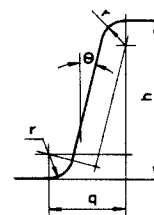


$$S = R \cotg \frac{\theta}{2}$$



$$q = r \sec \theta + (h-r) \tg \theta$$

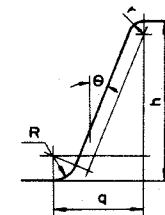
$$\theta = \arctg \frac{q}{h-q} - \arcsen \frac{r}{\sqrt{(h-r)^2 + q^2}}$$



$$\theta = \arctg \frac{q}{h-2r} - \arcsen \frac{2r}{\sqrt{(h-2r)^2 + q^2}}$$

$$q = 2r \sec \theta + (h-2r) \tg \theta$$

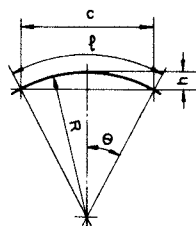
$$h = (q - 2r \sec \theta) \cotg \theta + 2r$$



$$\theta = \arctg \frac{q}{h-R-r} - \arcsen \frac{R+r}{\sqrt{(h-R-r)^2 + q^2}}$$

$$q = (R+r) \sec \theta + (h-R-r) \tg \theta$$

$$h = [q - (R+r) \sec \theta] \cotg \theta + (R+r)$$

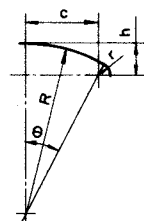


$$R = \frac{(4h^2 + c^2)}{8h}$$

$$h = R \pm \sqrt{R^2 - \frac{1}{2} c^2}$$

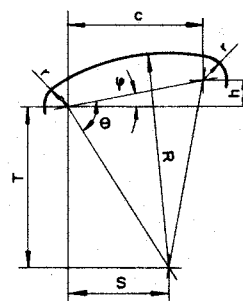
$$\theta = \arcsen \frac{c}{2R}$$

$$l = 0,03490 R \theta$$



$$R = \frac{c^2 + h^2 - r^2}{2(h-r)}$$

$$h = R - \sqrt{(R-r)^2 - c^2}$$

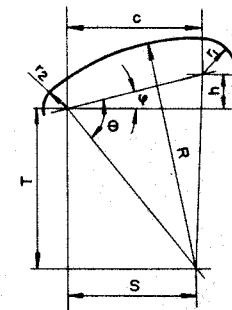


$$S = (R-r) \cos(\theta - \varphi)$$

$$T = (R-r) \sen(\theta - \varphi)$$

$$\cos \theta = \sqrt{\frac{c^2 + h^2}{2(R-r)}}$$

$$\tg \varphi = \frac{h}{c}$$



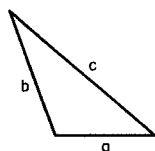
$$S = (R-r_2) \cos(\theta - \varphi)$$

$$T = (R-r_2) \sen(\theta - \varphi)$$

$$\theta = \arccos \frac{(h^2 + c^2) + (r_1 - r_2)(2R - r_1 - r_2)}{2(R-r_2)\sqrt{h^2 + c^2}}$$

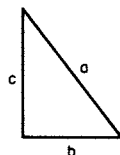
$$\varphi = \arctg \frac{h}{c}$$

# PROPOSIÇÕES GEOMÉTRICAS



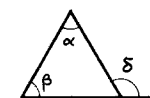
Em todo triângulo, a soma de dois lados é sempre maior que o terceiro.

$$a + b > c$$



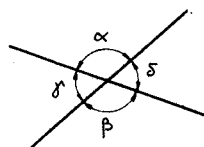
Em um triângulo retângulo, o quadrado da hipotenusa é igual à soma dos quadrados dos catetos.

$$a^2 = b^2 + c^2$$



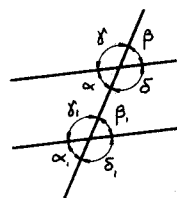
O ângulo externo de um triângulo, obtido pelo prolongamento de um lado, é igual à soma dos ângulos opostos internos.

$$\delta = \alpha + \beta$$



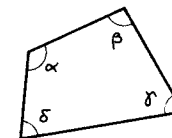
Os ângulos opostos formados por duas retas que se cruzam são iguais.

$$\alpha = \beta \quad \gamma = \delta$$



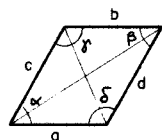
Se uma reta corta duas retas paralelas, os ângulos correspondentes formados são iguais.

$$\alpha = \alpha_1 = \beta = \beta_1 \\ \gamma = \gamma_1 = \delta = \delta_1$$



Em qualquer quadrilátero, a soma dos ângulos internos é igual a 360°.

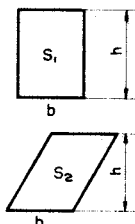
$$\alpha + \beta + \gamma + \delta = 360^\circ$$



Num paralelogramo valem as seguintes afirmações:

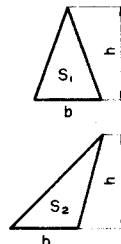
- os lados opostos são iguais;
- os ângulos opostos são iguais;
- uma diagonal divide a outra ao meio.

$$a = b \quad c = d \quad \alpha = \beta \quad \gamma = \delta$$



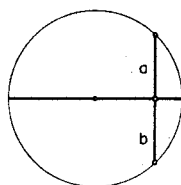
Paralelogramos que possuem mesmas bases e mesmas alturas, têm áreas iguais.

$$S_1 = S_2$$



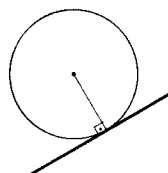
Triângulos que possuem mesmas bases e mesmas alturas, têm áreas iguais.

$$S_1 = S_2$$

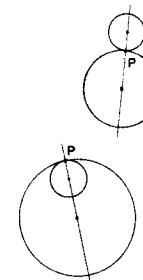


Se um diâmetro de uma circunferência é perpendicular a uma corda, este diâmetro divide esta corda em partes iguais.

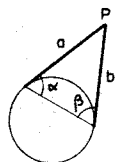
$$a = b$$



A tangente de um círculo é sempre perpendicular ao segmento que une o centro do círculo com o ponto de tangência.

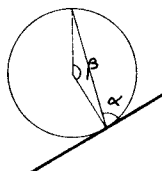


Se duas circunferências são tangentes, a reta que une os centros, contém o ponto de tangência.



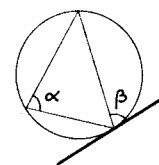
As duas tangentes obtidas de um ponto externo a um círculo são iguais e formam ângulos iguais com a corda que une os pontos de tangência.

$$a = b, \alpha = \beta$$



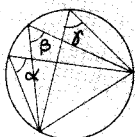
O ângulo entre uma tangente e uma corda traçada do ponto de tangência é igual à metade do ângulo central da corda.

$$\alpha = \beta / 2$$



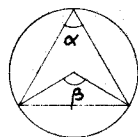
O ângulo entre uma tangente e uma corda traçada do ponto de tangência é igual ao ângulo inscrito da corda.

$$\alpha = \beta$$



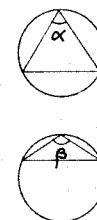
Todos os ângulos inscritos de uma mesma corda são iguais.

$$\alpha = \beta = \delta$$



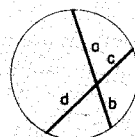
O ângulo inscrito de uma corda, é a metade do ângulo central da mesma corda.

$$\alpha = \beta / 2$$



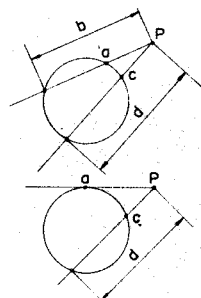
Um ângulo inscrito em um segmento circular maior que o semicírculo é um ângulo menor que 90°.

Um ângulo inscrito em um segmento circular menor que o semicírculo é um ângulo maior que 90°.



Se duas cordas se cruzam, o produto dos dois segmentos de uma é igual ao produto dos dois segmentos da outra.

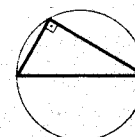
$$a \cdot b = c \cdot d$$



O produto dos segmentos de duas secantes ou de uma tangente e uma secante são iguais.

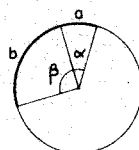
$$ab = cd \quad \text{duas secantes}$$

$$a^2 = cd \quad \text{tangente e secante}$$



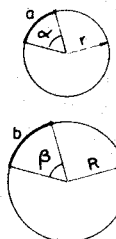
Se um triângulo está inscrito em um semicírculo, o ângulo oposto ao diâmetro é reto.

Todos os ângulos inscritos de um diâmetro são retos.



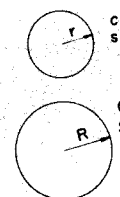
Os arcos de uma mesma circunferência são proporcionais aos ângulos centrais correspondentes.

$$\alpha : \beta = a : b$$



Os arcos que têm o mesmo ângulo central são proporcionais aos respectivos raios.

$$\alpha = \beta \rightarrow a : b = r : R$$

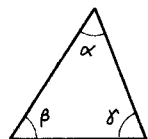


Os comprimentos das circunferências são proporcionais aos raios.

As áreas dos círculos são proporcionais ao quadrado dos seus raios.

$$c : C = r : R$$

$$s : S = r^2 : R^2$$



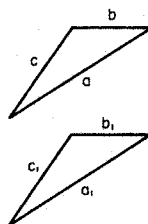
A soma dos três ângulos de um triângulo é sempre igual a  $180^\circ$ . Conhecendo-se dois ângulos, o terceiro pode ser calculado.

$$\alpha + \beta + \gamma = 180^\circ$$

$$\alpha = 180^\circ - (\beta + \gamma)$$

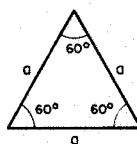
$$\beta = 180^\circ - (\alpha + \gamma)$$

$$\gamma = 180^\circ - (\alpha + \beta)$$



Se os três lados de um triângulo são iguais aos três lados de outro triângulo, os ângulos de ambos os triângulos são também iguais.

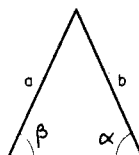
Se  $a = a_1$ ,  $b = b_1$  e  $c = c_1$  os ângulos compreendidos entre os lados respectivos são também iguais.



triângulo equilátero

Se os três lados de um triângulo são iguais, os três ângulos são também iguais. Cada um dos três ângulos vale  $60^\circ$ .

Se os três ângulos de um triângulo são iguais, os três lados também o são.



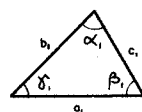
Se dois ângulos de um triângulo são iguais, os lados opostos a esses ângulos são também iguais.

Se os ângulos  $\alpha$  e  $\beta$  são iguais, os lados  $a$  e  $b$  são também iguais.



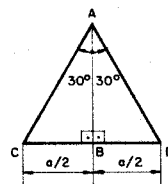
Se um lado e dois ângulos de um triângulo são iguais a um lado e dois ângulos similarmente colocados em outro triângulo, o ângulo e os dois lados restantes são também iguais.

Se  $a = a_1$ ,  $\alpha = \alpha_1$  e  $\beta = \beta_1$  os outros dois lados e o ângulo restantes são também iguais.



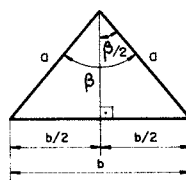
Se os três lados de um triângulo são proporcionais aos lados correspondentes de outro triângulo, ambos os triângulos são denominados semelhantes e seus respectivos ângulos são iguais.

Se  $a:b:c = a_1:b_1:c_1$  então  $\alpha = \alpha_1$ ,  $\beta = \beta_1$ ,  $\gamma = \gamma_1$  e vice-versa.

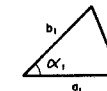
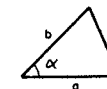


Uma reta que em um triângulo equilátero divide qualquer dos ângulos em duas partes iguais, divide também o lado oposto em duas partes iguais, formando com este ângulo reto.

Se a reta AB divide o ângulo CAD em duas partes iguais, divide também em duas partes iguais a reta CD e forma ângulo reto com ela.

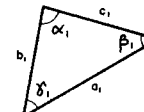


Em um triângulo isósceles, se traçarmos uma reta desde o vértice onde concorrem os dois lados iguais ao ponto médio do outro lado, esta reta é a bissetriz do ângulo entre os lados iguais e é perpendicular à base.



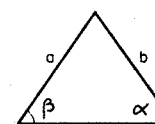
Se dois lados e o ângulo compreendido em um triângulo são iguais a dois lados e o ângulo compreendido em outro triângulo, o lado e os dois ângulos restantes são também iguais.

Se  $a = a_1$ ,  $b = b_1$ ,  $\alpha = \alpha_1$  o lado e os ângulos restantes são também iguais.



Se os ângulos de um triângulo são iguais aos ângulos de outro triângulo, ambos os triângulos são semelhantes e seus lados correspondentes são proporcionais.

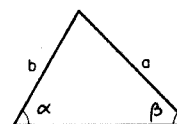
Se  $\alpha = \alpha_1$ ,  $\beta = \beta_1$  e  $\gamma = \gamma_1$  então  $a:b:c = a_1:b_1:c_1$



triângulo isósceles

Se dois lados de um triângulo são iguais, os ângulos opostos a estes lados são também iguais.

Se o lado  $a$  é igual ao lado  $b$ , o ângulo  $\alpha$  é igual ao ângulo  $\beta$ .



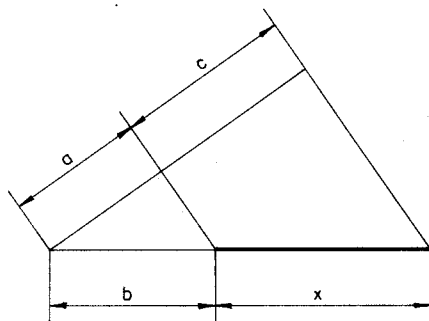
Em todo triângulo, o ângulo maior é oposto ao lado maior.

Em todo triângulo, o lado maior é oposto ao ângulo maior.

Se  $a > b$ ,  $\alpha > \beta$

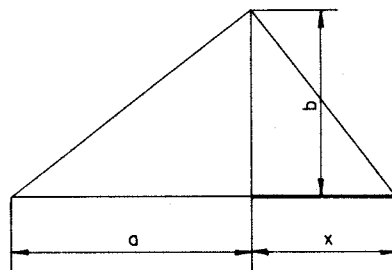
Se  $\alpha > \beta$ ,  $a > b$

# CONSTRUÇÕES GEOMÉTRICAS



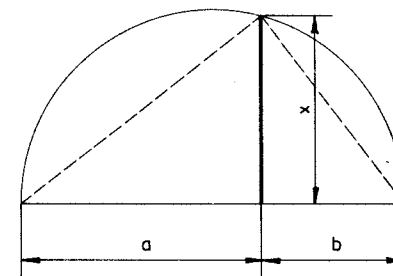
$$x = \frac{b \cdot c}{a}$$

$a : b = c : x$   
 $x = 4^{\text{a}}$  proporcional



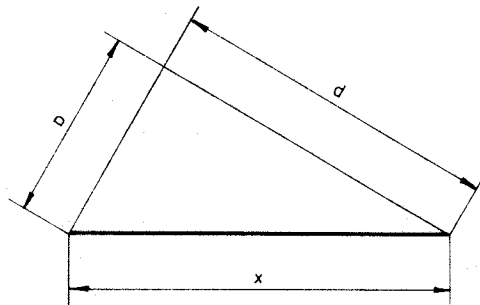
$$x = \frac{b^2}{a}$$

$a : b = b : x$   
 $x = 3^{\text{a}}$  proporcional



$$x = \sqrt{a \cdot b}$$

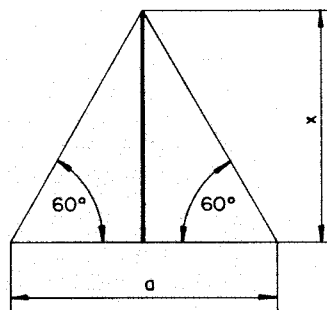
$a : x = x : b$   
 $x = \text{meia proporcional}$



$$x^2 = a^2 + b^2$$

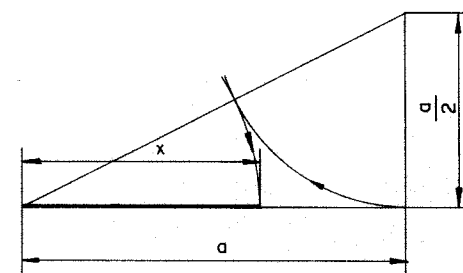
$$x = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$x = \text{Hipotenusa no triângulo retângulo}$



$$x = \frac{a}{2} \sqrt{3}$$

$x = \text{Altura de um triângulo isósceles}$



$$x = \frac{a}{2} (\sqrt{5} - 1)$$

$$a : x = x : (a - x)$$

Parte maior de uma divisão contínua.  
(Sec. Áurea).

# FUNÇÕES HIPERBÓLICAS

senh = seno hiperbólico  
cosh = coseno hiperbólico  
tgh = tangente hiperbólica  
cotgh = cotangente hiperbólica

$$\begin{aligned}\operatorname{sen} \varphi &= -i \operatorname{senh} i \varphi = \frac{e^{i\varphi} - e^{-i\varphi}}{2i} \\ \cos \varphi &= \operatorname{cosh} i \varphi = \frac{e^{i\varphi} + e^{-i\varphi}}{2}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\operatorname{tg} \varphi &= -i \operatorname{tgh} i \varphi = i \frac{e^{i\varphi} - e^{-i\varphi}}{e^{i\varphi} + e^{-i\varphi}} \\ \operatorname{cotg} \varphi &= i \operatorname{cotgh} i \varphi = i \frac{e^{i\varphi} + e^{-i\varphi}}{e^{i\varphi} - e^{-i\varphi}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\operatorname{sen} i \varphi &= i \operatorname{senh} \varphi = i \frac{e^{\varphi} - e^{-\varphi}}{2} \\ \cos i \varphi &= \operatorname{cosh} \varphi = \frac{e^{\varphi} + e^{-\varphi}}{2}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\operatorname{tgi} \varphi &= i \operatorname{tgh} \varphi = i \frac{e^{\varphi} - e^{-\varphi}}{e^{\varphi} + e^{-\varphi}} \\ \operatorname{cotgi} \varphi &= -i \operatorname{cotgh} \varphi = -i \frac{e^{\varphi} + e^{-\varphi}}{e^{\varphi} - e^{-\varphi}}\end{aligned}$$

$\varphi$	sen h $\varphi$	cos h $\varphi$	tg h $\varphi$	$\varphi$	sen h $\varphi$	cos h $\varphi$	tg h $\varphi$	$\varphi$	sen h $\varphi$	cos h $\varphi$	tg h $\varphi$	$\varphi$	sen h $\varphi$	cos h $\varphi$	tg h $\varphi$
0,00	0,00000	1,00000	0,00000	0,50	0,52110	1,12763	0,46212	1,00	1,17520	1,54308	0,76159	1,50	2,12928	2,35241	0,90515
0,01	0,01000	1,00005	0,01000	0,51	0,53240	1,13289	0,46995	1,01	1,19069	1,55491	0,76576	1,51	2,15291	2,37382	0,90694
0,02	0,02000	1,00020	0,02000	0,52	0,54375	1,13827	0,47770	1,02	1,20630	1,56689	0,76987	1,52	2,17676	2,39547	0,90870
0,03	0,03000	1,00045	0,02999	0,53	0,55516	1,14377	0,48538	1,03	1,22203	1,57904	0,77391	1,53	2,20082	2,41736	0,91042
0,04	0,04001	1,00080	0,03998	0,54	0,56663	1,14938	0,49299	1,04	1,23788	1,59134	0,77789	1,54	2,22510	2,43949	0,91212
0,05	0,05002	1,00125	0,04996	0,55	0,57815	1,15510	0,50052	1,05	1,25386	1,60379	0,78181	1,55	2,24961	2,46186	0,91379
0,06	0,06004	1,00180	0,05993	0,56	0,58973	1,16094	0,50798	1,06	1,26996	1,61641	0,78566	1,60	2,37557	2,57746	0,92167
0,07	0,07006	1,00245	0,06989	0,57	0,60137	1,16690	0,51536	1,07	1,28619	1,62919	0,78946	1,70	2,64563	2,82832	0,93541
0,08	0,08009	1,00320	0,07983	0,58	0,61307	1,17297	0,52267	1,08	1,30254	1,64214	0,79320	1,80	2,94217	3,10747	0,94681
0,09	0,09012	1,00405	0,08976	0,59	0,62483	1,17916	0,52990	1,09	1,31903	1,65525	0,79688	1,90	3,26816	3,41773	0,95624
0,10	0,10017	1,00500	0,09967	0,60	0,63665	1,18547	0,53705	1,10	1,33565	1,66852	0,80050	2,00	3,62686	3,76220	0,96403
0,11	0,11022	1,00606	0,10956	0,61	0,64854	1,19189	0,54413	1,11	1,35240	1,68196	0,80406	2,10	4,02186	4,14431	0,97045
0,12	0,12029	1,00721	0,11943	0,62	0,66049	1,19844	0,55113	1,12	1,36929	1,69557	0,80757	2,20	4,45711	4,56781	0,97574
0,13	0,13037	1,00846	0,12927	0,63	0,67251	1,20510	0,55805	1,13	1,38631	1,70934	0,81102	2,30	4,93696	5,03722	0,98010
0,14	0,14046	1,00982	0,13909	0,64	0,68459	1,21189	0,56490	1,14	1,40347	1,72329	0,81441	2,40	5,46623	5,55695	0,98367
0,15	0,15056	1,01127	0,14889	0,65	0,69675	1,21879	0,57167	1,15	1,42078	1,73741	0,81775	2,50	6,05020	6,13229	0,98661
0,16	0,16068	1,01283	0,15865	0,66	0,70897	1,22582	0,57836	1,16	1,43822	1,75171	0,82104	2,60	6,69473	6,76901	0,98903
0,17	0,17082	1,01448	0,16838	0,67	0,72126	1,23297	0,58498	1,17	1,45581	1,76618	0,82427	2,70	7,40626	7,47347	0,99101
0,18	0,18097	1,01624	0,17808	0,68	0,73363	1,24025	0,59152	1,18	1,47355	1,78083	0,82745	2,80	8,19192	8,25273	0,99263
0,19	0,19115	1,01810	0,18775	0,69	0,74607	1,24765	0,59798	1,19	1,49143	1,79565	0,83058	2,90	9,05956	9,11458	0,99396
0,20	0,20134	1,02007	0,19738	0,70	0,75858	1,25517	0,60437	1,20	1,50946	1,81066	0,83365	3,00	10,01787	10,06766	0,99505
0,21	0,21155	1,02213	0,20697	0,71	0,77117	1,26282	0,61068	1,21	1,52764	1,82584	0,83668	3,10	11,07645	11,12150	0,99595
0,22	0,22178	1,02430	0,21652	0,72	0,78384	1,27059	0,61691	1,22	1,54598	1,84121	0,83965	3,20	12,24588	12,28665	0,99668
0,23	0,23203	1,02657	0,22603	0,73	0,79659	1,27849	0,62307	1,23	1,56447	1,85676	0,84258	3,30	13,53788	13,57476	0,99728
0,24	0,24231	1,02894	0,23550	0,74	0,80941	1,28652	0,62915	1,24	1,58311	1,87250	0,84546	3,40	14,96536	14,99874	0,99777
0,25	0,25261	1,03141	0,24492	0,75	0,82232	1,29468	0,63515	1,25	1,60192	1,88842	0,84828	3,50	16,54263	16,57282	0,99818
0,26	0,26294	1,03399	0,25430	0,76	0,83530	1,30297	0,64108	1,26	1,62088	1,90454	0,85106	3,60	18,28546	18,31278	0,99851
0,27	0,27329	1,03667	0,26362	0,77	0,84838	1,31139	0,64693	1,27	1,64001	1,92084	0,85380	3,70	20,21129	20,23601	0,99878
0,28	0,28367	1,03946	0,27291	0,78	0,86153	1,31994	0,65271	1,28	1,65930	1,93734	0,85648	3,80	22,33941	22,36178	0,99900
0,29	0,29408	1,04235	0,28213	0,79	0,87478	1,32862	0,65841	1,29	1,67876	1,95403	0,85913	3,90	24,69110	24,71135	0,99918
0,30	0,30452	1,04534	0,29131	0,80	0,88811	1,33743	0,66404	1,30	1,69838	1,97091	0,86172	4,00	27,28992	27,30823	0,99933
0,31	0,31499	1,04844	0,30044	0,81	0,90152	1,34638	0,66959	1,31	1,71818	1,98800	0,86428	4,10	30,16186	30,17843	0,99945
0,32	0,32549	1,05164	0,30951	0,82	0,91503	1,35547	0,67507	1,32	1,73814	2,00528	0,86678	4,20	33,33567	33,35066	0,99955
0,33	0,33602	1,05495	0,31852	0,83	0,92863	1,36468	0,68048	1,33	1,75828	2,02276	0,86925	4,30	36,84311	36,85668	0,99963
0,34	0,34659	1,05836	0,32748	0,84	0,94233	1,37404	0,68581	1,34	1,77860	2,04044	0,87167	4,40	40,71930	40,73157	0,99970
0,35	0,35719	1,06188	0,33638	0,85	0,95612	1,38353	0,69107	1,35	1,79909	2,05833	0,87405	4,50	45,00301	45,01412	0,99975
0,36	0,36783	1,06550	0,34521	0,86	0,97000	1,39316	0,69626	1,36	1,81977	2,07643	0,87639	4,60	49,73713	49,74718	0,99980
0,37	0,37850	1,06923	0,35399	0,87	0,98398	1,40293	0,70137	1,37	1,84062	2,09473	0,87869	4,70	54,96904	54,97813	0,99983
0,38	0,38921	1,07307	0,36271	0,88	0,99806	1,41284	0,70642	1,38	1,86166	2,11324	0,88095	4,80	60,75109	60,75932	0,99986
0,39	0,39996	1,07702	0,37136	0,89	1,01224	1,42289	0,71139	1,39	1,88289	2,13196	0,88317	4,90	67,14117	67,14861	0,99989
0,40	0,41075	1,08107	0,37995	0,90	1,02652	1,43309	0,71630	1,40	1,90430	2,15090	0,88535	5,00	74,20321	74,20995	0,99991
0,41	0,42158	1,08523	0,38847	0,91	1,04090	1,44342	0,72113	1,41	1,92591	2,17005	0,88749	5,10	82,00791	82,00140	0,99993
0,42	0,43246	1,08950	0,39693	0,92	1,05539	1,45390	0,72590	1,42	1,94770	2,18942	0,88960	5,20	90,63336	90,63888	0,99994
0,43	0,44337	1,09388	0,40532	0,93	1,06998	1,46453	0,73059	1,43	1,96970	2,20900	0,89167	5,30	100,1659	100,1709	0,99995
0,44	0,45434	1,09837	0,41364	0,94	1,08468	1,47530	0,73522	1,44	1,99188	2,22881	0,89370	5,40	110,7009	110,7055	0,99996
0,45	0,46534	1,10297	0,42190	0,95	1,09948	1,48623	0,73978	1,45	2,01427	2,24884	0,89569	5,50	122,3439	122,3480	0,99997
0,46	0,47640	1,10768	0,43008	0,96	1,11440	1,49729	0,74428	1,46	2,03686	2,26910	0,89765	5,60	135,2114	135,2150	0,99997
0,47	0,48750	1,11250	0,43820	0,97	1,12943	1,50851	0,74870	1,47	2,05965	2,28958	0,89958	5,70	149,4320	149,4354	0,99998
0,48	0,49865	1,11743	0,44624	0,98	1,14457	1,51988	0,75307	1,48	2,08265	2,31029	0,90147	5,80	165,1483	165,1513	0,99998
0,49	0,50984	1,12247	0,45422	0,99	1,15983	1,53141	0,75736	1,49	2,10586	2,33123	0,90332	5,90	182,5174	182,5201	0,99999

# LOGARITMOS

**DEFINIÇÃO**  $\log_a b = c \rightarrow a^c = b \quad (b > 0; a > 0)$

$\log$  = logaritmo de base 10 (decimal, vulgar ou de Briggs)

$\ln$  = logaritmo de base e (natural, hiperbólico ou neperiano)

$e = 2,718\,281\,828\,459\ldots$

**PROPRIEDADES**  $\log(a \cdot b) = \log a + \log b$   $\log a^n = n \log a$

$\log(a : b) = \log a - \log b$   $\log \sqrt[n]{a} = \frac{1}{n} \log a$

$\log x = \log e \cdot \ln x = 0,434\,29 \ln x$   $\ln x = \ln 10 \cdot \log x = 2,302\,59 \log x$

## EXEMPLOS

$\log 3650 = 3,5623$   $\log 3,65 = 0,5623$

$\log 0,365 = 1,5623 = -1 + 0,5623 = -0,4377$

$\log 0,0365 = 2,5623 = -2 + 0,5623 = -1,4377$

$\text{antilog } 3,5623 = 3650$   $\text{antilog } 0,5623 = 3,65$

$\text{antilog } (-0,4377) = \text{antilog } (-0,4377 + 1 - 1) = \text{antilog } 1,5623 = 0,365$

$\text{antilog } (-1,4377) = \text{antilog } (-1,4377 + 1 - 1) = \text{antilog } 2,5623 = 0,0365$

$8 \cdot \log 0,52 = 8(0,7160 - 1) = 5,7280 - 8 = 5 + 0,7280 - 8 = 3,7280$

$(\log 0,52) : 8 = (0,7160 - 1) : 8 = (0,7160 - 1 + 7 - 7) : 8 = (7,7160 - 8) : 8 = 0,9645 - 1 = 1,9645$

$\log(0,0365 \cdot 98,7) = 2,5623 + 1,9943 = -2 + 1 + 0,5623 + 0,9943 = 0,5566$

$\log(0,285 : 0,00342) = 1,4548 - 3,5340 = -1 + 3 + 0,4548 - 0,5340 = 1,9208$

$\log \sqrt[5]{0,0045} = \frac{1}{5} 3,6532 = \frac{-3}{5} + \frac{0,6532}{5} = -0,6 + 0,13064 + 1 - 1 = 1,53064$

$\log 0,45^5 = 5 \cdot 1,6532 = 5(-1 + 0,6532) = -5 + 3,2660 = 2,2660$

## MANTISSAS DOS LOGARITMOS DECIMAIS

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
100	0000	0004	0009	0013	0017	0022	0026	0030	0035	0039	50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067
101	0043	0048	0052	0056	0060	0065	0069	0073	0077	0082	51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152
102	0086	0090	0095	0099	0103	0107	0111	0116	0120	0124	52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235
103	0128	0133	0137	0141	0145	0149	0154	0158	0162	0166	53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316
104	0170	0175	0179	0183	0187	0191	0195	0199	0204	0208	54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396
105	0212	0216	0220	0224	0228	0233	0237	0241	0245	0249	55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474
106	0253	0257	0261	0265	0269	0273	0278	0282	0286	0290	56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7542	7551
107	0294	0298	0302	0306	0310	0314	0318	0322	0326	0330	57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627
108	0334	0338	0342	0346	0350	0354	0358	0362	0366	0370	58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701
109	0374	0378	0382	0386	0390	0394	0398	0402	0406	0410	59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7759	7767	7774
110	0414	0418	0422	0426	0430	0434	0438	0441	0445	0449	60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846
11	0453	0458	0462	0466	0470	0474	0478	0481	0485	0489	61	7853	7860	7867	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917
12	0492	0497	0501	0505	0509	0513	0517	0520	0524	0528	62	7894	7901	7908	7915	7922	7929	7936	7943	7950	7957
13	0536	0541	0545	0549	0553	0557	0561	0564	0568	0572	63	7935	7942	7949	7956	7963	7970	7977	7984	7991	7998
14	0580	0585	0589	0593	0597	0601	0605	0608	0612	0616	64	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8042	8049	8056	8063
15	0620	0625	0629	0633	0637	0641	0645	0648	0652	0656	65	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122
16	0660	0665	0669	0673	0677	0681	0685	0688	0692	0696	66	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8175	8182	8189
17	0700	0705	0709	0713	0717	0721	0725	0728	0732	0736	67	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254
18	0739	0744	0748	0752	0756	0760	0764	0767	0771	0775	68	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319
19	0780	0785	0789	0793	0797	0801	0805	0808	0812	0816	69	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382
20	0820	0825	0829	0833	0837	0841	0845	0848	0852	0856	70	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445
21	0850	0855	0859	0863	0867	0871	0875	0878	0882	0886	71	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506
22	0890	0895	0899	0903	0907	0911	0915	0918	0922	0926	72	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567
23	0930	0935	0939	0943	0947	0951	0955	0958	0962	0966	73	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627
24	0930	0935	0939	0943	0947	0951	0955	0958	0962	0966	74	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8687
25	0970	0975	0979	0983	0987	0991	0995	0998	1002	1006	75	8698	8704	8710	8716	8722	8728	8734	8740	8746	8752
26	1010	1015	1019	1023	1027	1031	1035	1038	1042	1046	76	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802
27	1050	1055	1059	1063	1067	1071	1075	1078	1082	1086	77	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859
28	1090	1095	1099	1103	1107	1111	1115	1118	1122	1126	78	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915
29	1130	1135	1139	1143	1147	1151	1155	1158	1162	1166	79	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971
30	1170	1175	1179	1183	1187	1191	1195	1198	1202	1206	80	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025
31	1210	1215	1219	1223	1227	1231	1235	1238	1242	1246	81	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079
32	1250	1255	1259	1263	1267	1271	1275	1278	1282	1286	82	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133
33	1290	1295	1299	1303	1307	1311	1315	1318	1322	1326	83	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186
34	1330	1335	1339	1343	1347	1351	1355	1358	1362	1366	84	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238
35	1370	1375	1379	1383	1387	1391	1395	1398	1402	1406	85	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289
36	1410	1415	1419	1423	1427	1431	1435	1438	1442	1446	86	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340
37	1450	1455	1459	1463	1467	1471	1475	1478	1482	1486	87	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390
38	1490	1495	1499	1503	1507	1511	1515	1518	1522	1526	88	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440
39	1530	1535	1539	1543	1547	1551	1555	1558	1562	1566	89	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489
40	1570	1575	1579	1583	1587	1591	1595	1598	1602	1606	90	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538
41	1610	1615	1619	1623	1627	1631	1635	1638	1642	1646	91	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586
42	1650	1655	1659	1663	1667	1671	1675	1678	1682	1686	92	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633
43	1690	1695	1699	1703	1707	1711	1715	1718	1722	1726	93	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680
44	1730	1735	1739	1743	1747	1751	1755	1758	1762	1766	94	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727
45	1770	1775	1779	1783	1787	1791	1795	1798	1802	1806	95	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773
46	1810	1815	1819	1823	1827	1831	1835	1838	1842	1846	96	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9819
47	1850	1855	1859	1863	1867	1871	1875	1878	1882	1886	97	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863
48	1890	1895	1899	1903	1907	1911	1915	1918	1922	1926	98	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908	9913
49	1930	1935	1939	1943	1947	1951	1955	1958	1962	1966	99	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9939	9943	9948	9952
												9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9991	9996



# ANTILOGARITMOS

N	O	I	2	3	4	5	6	7	8	9	N	O	I	2	3	4	5	6	7	8	9
,00	1000	1002	1005	1007	1009	1012	1014	1016	1019	1021	,50	3162	3170	3177	3184	3192	3199	3206	3214	3221	3228
,01	1023	1026	1028	1030	1033	1035	1038	1040	1042	1045	,51	3236	3243	3251	3258	3266	3273	3281	3289	3296	3304
,02	1047	1050	1052	1054	1057	1059	1062	1064	1067	1069	,52	3311	3319	3327	3334	3342	3350	3357	3365	3373	3381
,03	1072	1074	1076	1079	1081	1084	1086	1089	1091	1094	,53	3388	3396	3404	3412	3420	3428	3436	3443	3451	3459
,04	1096	1099	1102	1104	1107	1109	1112	1114	1117	1119	,54	3467	3475	3483	3491	3499	3508	3516	3524	3532	3540
,05	1122	1125	1127	1130	1132	1135	1138	1140	1143	1146	,55	3548	3556	3565	3573	3581	3589	3597	3606	3614	3622
,06	1148	1151	1153	1156	1159	1161	1164	1167	1169	1172	,56	3631	3639	3648	3656	3664	3673	3681	3690	3698	3707
,07	1175	1178	1180	1183	1186	1189	1191	1194	1197	1199	,57	3715	3724	3733	3741	3750	3758	3767	3776	3784	3793
,08	1202	1205	1208	1211	1213	1216	1219	1222	1225	1227	,58	3802	3811	3819	3828	3837	3846	3855	3864	3873	3882
,09	1230	1233	1236	1239	1242	1245	1247	1250	1253	1256	,59	3890	3899	3908	3917	3926	3936	3945	3954	3963	3972
,10	1259	1262	1265	1268	1271	1274	1276	1279	1282	1285	,60	3981	3990	3999	4009	4018	4027	4036	4046	4055	4064
,11	1288	1291	1294	1297	1300	1303	1306	1309	1312	1315	,61	4074	4083	4093	4102	4111	4121	4130	4140	4150	4159
,12	1318	1321	1324	1327	1330	1334	1337	1340	1343	1345	,62	4169	4178	4188	4198	4207	4217	4227	4236	4246	4256
,13	1349	1352	1355	1358	1361	1365	1368	1371	1374	1377	,63	4266	4276	4285	4295	4305	4315	4325	4335	4345	4355
,14	1380	1384	1387	1390	1393	1396	1400	1403	1406	1409	,64	4365	4375	4385	4395	4406	4416	4426	4436	4446	4457
,15	1413	1416	1419	1422	1426	1429	1432	1435	1439	1442	,65	4467	4477	4487	4498	4508	4519	4529	4539	4550	4560
,16	1445	1449	1452	1455	1459	1462	1466	1469	1472	1476	,66	4571	4581	4592	4603	4613	4624	4634	4645	4656	4667
,17	1479	1483	1486	1489	1493	1496	1500	1503	1507	1510	,67	4677	4688	4699	4710	4721	4732	4742	4753	4764	4775
,18	1514	1517	1521	1524	1528	1531	1535	1538	1542	1545	,68	4786	4797	4808	4819	4831	4842	4853	4864	4875	4887
,19	1549	1552	1556	1560	1563	1567	1570	1574	1578	1581	,69	4898	4909	4920	4932	4943	4955	4966	4977	4989	5000
,20	1585	1589	1592	1596	1600	1603	1607	1611	1614	1618	,70	5012	5023	5035	5047	5058	5070	5082	5093	5105	5117
,21	1622	1626	1629	1633	1637	1641	1644	1648	1652	1656	,71	5129	5140	5152	5164	5176	5188	5200	5212	5224	5236
,22	1660	1663	1667	1671	1675	1679	1683	1687	1690	1694	,72	5248	5260	5272	5284	5297	5309	5321	5333	5346	5358
,23	1698	1702	1706	1710	1714	1718	1722	1726	1730	1734	,73	5370	5383	5395	5408	5420	5433	5445	5458	5470	5483
,24	1738	1742	1746	1750	1754	1758	1762	1766	1770	1774	,74	5495	5508	5521	5534	5546	5559	5572	5585	5598	5610
,25	1778	1782	1786	1791	1795	1799	1803	1807	1811	1816	,75	5623	5636	5649	5662	5675	5689	5702	5715	5728	5741
,26	1820	1824	1828	1832	1837	1841	1845	1849	1854	1858	,76	5754	5768	5781	5794	5808	5821	5834	5848	5861	5875
,27	1862	1866	1871	1875	1879	1884	1888	1892	1897	1901	,77	5888	5902	5916	5929	5943	5957	5970	5984	5998	6012
,28	1905	1910	1914	1919	1923	1928	1932	1936	1941	1945	,78	6026	6039	6053	6067	6081	6095	6109	6124	6138	6152
,29	1950	1954	1959	1963	1968	1972	1977	1982	1986	1991	,79	6166	6180	6194	6209	6223	6237	6252	6266	6281	6295
,30	1995	2000	2004	2009	2014	2018	2023	2028	2032	2037	,80	6310	6324	6339	6353	6368	6383	6397	6412	6427	6442
,31	2042	2046	2051	2056	2061	2065	2070	2075	2080	2084	,81	6457	6471	6486	6501	6516	6531	6546	6561	6577	6592
,32	2089	2094	2099	2104	2109	2113	2118	2123	2128	2133	,82	6607	6622	6637	6653	6668	6683	6699	6714	6730	6745
,33	2138	2143	2148	2153	2158	2163	2168	2173	2178	2183	,83	6761	6776	6792	6808	6823	6839	6855	6871	6887	6902
,34	2188	2193	2198	2203	2208	2213	2218	2223	2228	2234	,84	6918	6934	6950	6966	6982	6998	7015	7031	7047	7063
,35	2239	2244	2249	2254	2259	2265	2270	2275	2280	2286	,85	7079	7096	7112	7129	7145	7161	7178	7194	7211	7228
,36	2291	2296	2301	2307	2312	2317	2323	2328	2333	2339	,86	7244	7261	7278	7295	7311	7328	7345	7362	7379	7396
,37	2344	2350	2355	2360	2366	2371	2377	2382	2388	2393	,87	7413	7430	7447	7464	7482	7499	7516	7534	7551	7568
,38	2399	2404	2410	2415	2421	2427	2432	2438	2443	2449	,88	7586	7603	7621	7638	7656	7674	7691	7709	7727	7745
,39	2455	2460	2466	2472	2477	2483	2489	2495	2500	2506	,89	7762	7780	7798	7816	7834	7852	7870	7889	7907	7925
,40	2512	2518	2523	2529	2535	2541	2547	2553	2559	2564	,90	7943	7962	7980	7998	8017	8035	8054	8072	8091	8110
,41	2570	2576	2582	2588	2594	2600	2606	2612	2618	2624	,91	8128	8147	8166	8185	8204	8222	8241	8260	8279	8299
,42	2630	2636	2642	2649	2655	2661	2667	2673	2679	2685	,92	8318	8337	8356	8375	8395	8414	8433	8453	8472	8492
,43	2692	2698	2704	2710	2716	2723	2729	2735	2742	2748	,93	8511	8531	8551	8570	8590	8610	8630	8650	8670	8690
,44	2754	2761	2767	2773	2780	2786	2793	2799	2805	2812	,94	8710	8730	8750	8770	8790	8810	8831	8851	8872	8892
,45	2818	2825	2831	2838	2844	2851	2858	2864	2871	2877	,95	8913	8933	8954	8974	8995	9016	9036	9057	9078	9099
,46	2884	2891	2897	2904	2911	2917	2924	2931	2938	2944	,96	9120	9141	9162	9183	9204	9226	9247	9268	9290	9311
,47	2951	2958	2965	2972	2979	2985	2992	2999	3006	3013	,97	9333	9354	9376	9397	9419	9441	9462	9484	9506	9528
,48	3020	3027	3034	3041	3048	3055	3062	3069	3076	3083	,98	9550	9572	9594	9616	9638	9661	9683	9705	9727	9750
,49	3090	3097	3105	3112	3119	3126	3133	3141	3148	3155	,99	9772	9795	9817	9840	9863	9886	9908	9931	9954	9977

# SÍMBOLOS

=	igual	[ ]	colchetes	//	paralelo	∄	não existe	rad	radiano
≠	diferente	{ }	chaves	⊥	perpendicular	∅	diâmetro	sen	seno
≡	congruente	√	raiz	∠	inclinado	⊠	quadrado	cos	coseno
≈	aproximado	Δ	incremento	$\overline{AB}$	segmento AB	÷	até	tg	tangente
∼	semelhante	d	diferencial total	$\widehat{AB}$	arco AB	/	por	cotg	cotangente
<	menor que	∂	diferencial parcial	∠	ângulo	x	valor absoluto de x	sec	secante
>	maior que	Σ	somatória	C	contém	$\vec{v}$	vetor	cosec	cosecante
≤	menor ou igual	∫	integral	⊂	está contido	D	disposição	sen h	seno hiperbólico
≥	maior ou igual	lim	limite	∈	pertence	P	permutação	cos h	coseno hiperbólico
+	mais	f(x)	função de x	∉	não pertence	C	combinação	tg h	tangente hiperbólica
-	menos	!	fatorial	∀	qualquer	i	número imaginário	cotg h	cotangente hiperbólica
:	dividido	log	logaritmo decimal	⇒	resultado	%	por cento	arc sen x	arco cujo seno é x
· ou x	multiplicado	ln	logaritmo neperiano	∴	portanto	‰	por mil	arc cos x	arco cujo coseno é x
( )	parenteses	∞	infinito	∃	existe	°	grau	arc tg x	arco cuja tangente é x

## ALFABETO GREGO

A	α	alfa	I	ι	iota	P	ρ	ro
B	β	beta	K	κ	capa	Σ	σ	sigma
Γ	γ	gama	Λ	λ	lâmbda	T	τ	tau
Δ	δ	delta	M	μ	mu	Υ	υ	úpsilon
E	ε	épsilon	N	ν	nu	Φ	φ	fi
Z	ζ	zeta	Ξ	ξ	csi	X	χ	chi
H	η	eta	O	ο	ômicron	Ψ	ψ	psi
Θ	θ	teta	Π	π	pi	Ω	ω	ômega

## ALGARISMOS ROMANOS

I = 1	IX = 9	LXX = 70	CD = 400
II = 2	X = 10	LXXX = 80	D = 500
III = 3	XV = 15	XC = 90	DC = 600
IV = 4	XX = 20	XCIX = 99	DCC = 700
V = 5	XXX = 30	C = 100	DCCC = 800
VI = 6	XL = 40	CL = 150	CM = 900
VII = 7	L = 50	CC = 200	CMXC = 990
VIII = 8	LX = 60	CCC = 300	M = 1000

# VALORES DE ALGUMAS CONSTANTES

$\pi = 3,1415927$	$\pi^2/16 = 0,616850$	$16/\pi = 5,092958$	$\log \sqrt{\pi} = 0,248575$	$1/\sqrt{g} = 0,319275$
$\pi \sqrt{2} = 4,44288$	$\pi^3 = 31,006277$	$64/\pi = 20,371833$	$\log \sqrt[3]{\pi} = 0,165717$	$\pi/\sqrt{g} = 1,003033$
$\pi/2 = 1,570796$	$\pi^4 = 97,409091$	$180/\pi = 57,295780$	$\log 1/\pi = \bar{1},502850$	$\pi/\sqrt{2g} = 0,709252$
$\pi/3 = 1,047198$	$\pi^5 = 306,019685$	$1/\pi^2 = 0,101321$	$\log 1/\pi^2 = \bar{1},005700$	$e = 2,718282$
$\pi/4 = 0,785398$	$\pi^6 = 961,389194$	$1/\pi^3 = 0,032252$	$\log 1/\pi^3 = \bar{2},50856$	$e^2 = 7,389056$
$\pi/5 = 0,628318$	$\sqrt{\pi} = 1,772454$	$1/\pi^4 = 0,010266$	$\log \sqrt{1/\pi} = \bar{1},751425$	$e^3 = 20,085537$
$\pi/6 = 0,523599$	$2\sqrt{\pi} = 3,544908$	$1/\pi^5 = 0,003268$	$\log \sqrt[3]{1/\pi} = \bar{1},834283$	$1/e = 0,367879$
$\pi/7 = 0,448799$	$\sqrt{2\pi} = 2,506628$	$1/\pi^6 = 0,001040$	$g = 9,81 \text{ m/seg}^2$	$1/e^2 = 0,135335$
$\pi/8 = 0,392699$	$\sqrt{\pi/2} = 1,253314$	$\sqrt{1/\pi} = 0,564190$	$g^2 = 96,2361$	$\sqrt{e} = 1,648721$
$\pi/9 = 0,349066$	$\pi \sqrt{\pi} = 5,568328$	$\sqrt{2/\pi} = 0,797885$	$\sqrt{g} = 3,132092$	$\sqrt[3]{e} = 1,395612$
$\pi/12 = 0,261799$	$\sqrt[3]{\pi} = 1,464592$	$\sqrt{3/\pi} = 0,977205$	$\pi \sqrt{g} = 9,839757$	$\log e = 0,43429$
$\pi/32 = 0,098175$	$\sqrt[3]{2\pi} = 1,845261$	$\sqrt{90/\pi} = 5,352372$	$2\sqrt{g} = 6,264184$	$1/\log e = 2,382585$
$\pi/64 = 0,049087$	$\sqrt[3]{\pi/2} = 1,162447$	$\sqrt[3]{1/\pi} = 0,682784$	$\sqrt{2g} = 4,429447$	$\ln 10 = 2,302585$
$\pi/180 = 0,017453$	$\sqrt[3]{\pi/4} = 0,922635$	$\sqrt[3]{2/\pi} = 0,860254$	$\pi \sqrt{2g} = 13,91536$	$1/\ln 10 = 0,4344$
$\pi/\sqrt{2} = 2,221442$	$\sqrt[3]{\pi^2} = 2,145029$	$\sqrt[3]{3/\pi} = 0,984745$	$1/g = 0,101936$	$\sqrt{2} = 1,4142$
$\pi^2 = 9,869604$	$\pi \sqrt[3]{\pi} = 4,601151$	$\log \pi = 0,49715$	$\pi^2/g = 1,006075$	$\sqrt[3]{2} = 1,2599$
$4\pi^2 = 39,478418$	$\pi \sqrt[3]{\pi^2} = 6,738808$	$\log \pi^2 = 0,9943029$	$1/2g = 0,050968$	$\sqrt{3} = 1,7320$
$\pi^2/4 = 2,467401$	$1/\pi = 0,318310$	$\log \pi^3 = 1,491450$	$1/g^2 = 0,010391$	$\sqrt[3]{3} = 1,4422$



# ÁLGEBRA

## OPERAÇÕES COM NÚMEROS RELATIVOS

Soma	mesmos sinais	$(+5) + (+3) = (+8)$ $(-5) + (-3) = (-8)$
	sinais diferentes	$(+5) + (-3) = (+2)$ $(-5) + (+3) = (-2)$
Subtração	recai no caso de soma trocando-se os sinais:	$(+5) - (+3) = (+5) + (-3) = (+2)$
Multiplicação	sinais iguais dão +	$(+5) \cdot (+3) = (+15)$ $(-5) \cdot (-3) = (+15)$
	sinais diferentes dão -	$(+5) \cdot (-3) = (-15)$ $(-5) \cdot (+3) = (-15)$
Divisão	mesma regra da multiplicação:	$(+8) : (+2) = (+4)$ $(-8) : (+2) = (-4)$

## EXPRESSÕES ALGÉBRICAS

### Regras dos parênteses

1- Para suprimir um parêntese precedido pelo sinal (+), basta escrever os números de dentro do parêntese cada um com seu próprio sinal.

$$+(27 - 9 - 11) = 27 - 9 - 11 = +7$$

2- Para suprimir um parêntese precedido pelo sinal (-), basta escrever todos os números de dentro do parêntese com o sinal trocado.

$$-(27 - 9 - 11) = -27 + 9 + 11 = -7$$

Quando aparecem parênteses, colchetes e chaves, eliminam-se primeiramente os parênteses, depois os colchetes e finalmente as chaves, usando a regra dos parênteses.

$$\begin{aligned} & -3 - \{-5 + [3 - (-2 + 1)]\} = \\ & = -3 - \{-5 + [3 + 2 - 1]\} = \\ & = -3 - \{-5 + 3 + 2 - 1\} = \\ & = -3 + 5 - 3 - 2 + 1 = -2 \end{aligned}$$

## POTÊNCIAS DE NÚMEROS RELATIVOS

$$\begin{aligned} (-3)^2 &= (-3) \cdot (-3) = +9 \\ (-2)^3 &= (-2) \cdot (-2) \cdot (-2) = -8 \\ (+3)^3 &= (+3) \cdot (+3) \cdot (+3) = +27 \end{aligned}$$

## EQUAÇÃO DO 1º GRAU

$$\text{Exemplo: } x - 2 + \frac{3x-1}{5} = \frac{x+1}{3}$$

Etapas:

1- Reduzir ao mesmo denominador:

$$\text{m.m.c. } (1, 1, 5, 3) = 15$$

$$\frac{15x}{15} - \frac{15 \cdot 2}{15} + \frac{3 \cdot (3x-1)}{15} = \frac{5 \cdot (x+1)}{15}$$

$$15x - 30 + 3 \cdot (3x-1) = 5 \cdot (x+1)$$

2- Eliminam-se os parênteses:

$$15x - 30 + 9x - 3 = 5x + 5$$

3- Mudam-se de um membro para outro os termos, trocando-se seus sinais, até obter-se num membro letras e no outro números.

$$15x + 9x - 5x = 5 + 30 + 3$$

4- Efetuam-se as operações:

$$19x = 38$$

5- Calcula-se o incógnita:

$$x = \frac{38}{19} \therefore x = 2$$

## EQUAÇÃO DO 2º GRAU

$$\text{Forma: } ax^2 + bx + c = 0$$

$$\text{Fórmula: } x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2 \cdot a}$$

$$\text{Exemplo: } 5x^2 + 17x + 12 = 0 \therefore$$

$$x = \frac{-17 \pm \sqrt{17^2 - 4 \cdot 5 \cdot 12}}{2 \cdot 5}$$

$$x = \frac{-17 \pm \sqrt{289 - 240}}{2 \cdot 5} = \frac{-17 \pm \sqrt{49}}{10}$$

Os sinais  $\pm$  indicam duas soluções:

$$x' = \frac{-17 + 7}{10} = \frac{-10}{10} = -1$$

$$x'' = \frac{-17 - 7}{10} = \frac{-24}{10} = -2,4$$

## EQUAÇÃO EXPONENCIAL

$$a^x = b \therefore x = \frac{\log b}{\log a}$$

$$\text{Exemplo: } 8^x = 64$$

$$x = \frac{\log 64}{\log 8} = \frac{1,8062}{0,9031} = 2$$

## RESOLUÇÃO DE FÓRMULAS

Resolver uma fórmula em uma de suas letras é isolar num membro essa letra, ficando no outro membro as letras restantes.

Exemplos:

1- Isolar R na fórmula:  $S = \pi R^2$

Dividindo por  $\pi$  ambos os membros:

$$\frac{S}{\pi} = \frac{\pi R^2}{\pi} \therefore \frac{S}{\pi} = R^2$$

Extraindo a raiz em ambos os membros:

$$\sqrt{\frac{S}{\pi}} = \sqrt{R^2} \therefore \sqrt{\frac{S}{\pi}} = R \text{ ou } R = \sqrt{\frac{S}{\pi}}$$

2- Isolar t na fórmula:  $h = h_0 - gt$

Mudando de membros h e gt:  $gt = h_0 - h$

Dividindo por g ambos os membros:

$$\frac{gt}{g} = \frac{h_0 - h}{g} \text{ ou } t = \frac{h_0 - h}{g}$$

## MONÔMIO

Expressão algébrica que não contém somas e subtrações indicadas:

$$\text{Ex.: } 3ab, 2a^2bc, -5xyz$$

## POLINÔMIO

Conjunto de monômios reunidos pelos sinais (+) e (-):

$$\text{Ex.: } 2ab - 3a^2b + 5ac$$

## TERMOS SEMELHANTES

São monômios que se diferenciam apenas pelo coeficiente numérico.

## REDUÇÃO DE TERMOS SEMELHANTES

Soma e subtração de termos semelhantes

$$3a^2b + 2a^2b - 4a^2b = 5a^2b - 4a^2b = a^2b$$

## OPERAÇÕES COM POLINÔMIOS

$$\text{Adição: } (2x^2 + 5x - 8) + (3x^2 + 8x - 3)$$

$$\begin{array}{r} \text{Reduzem-se os} \quad 2x^2 + 5x - 8 \\ \text{termos semelhantes:} \quad 3x^2 + 8x - 3 \\ \hline 5x^2 + 12x - 11 \end{array}$$

$$\text{Subtração: } (6x^2 - 2x + 5) - (2x^2 + 6x - 4)$$

$$\begin{array}{r} \text{Reduzem-se os} \quad 6x^2 - 2x + 5 \\ \text{termos semelhantes} \quad -2x^2 - 6x + 4 \\ \hline \text{com sinais do} \quad 4x^2 - 8x + 9 \\ \text{subtraindo trocados:} \end{array}$$

$$\text{Multiplicação: } (2x^2 - 5x + 6) \cdot (3x^2 + 4x - 7)$$

Multiplicam-se todos os monômios de um polinômio por todos os monômios do outro polinômio.

$$\begin{array}{r} 2x^2 - 5x + 6 \\ 3x^2 + 4x - 7 \\ \hline 6x^4 - 15x^3 + 18x^2 \\ 8x^3 - 20x^2 + 24x \\ -14x^2 + 35x - 42 \\ \hline 6x^4 - 7x^3 - 16x^2 + 59x - 42 \end{array}$$

$$\text{Divisão: } (4x^3 - 2x^2 + 5x - 1) : (x^2 - 3x + 2)$$

Dividem-se todos os monômios do polinômio inicial pelo primeiro monômio do polinômio divisor obtendo o primeiro resto; prossegue-se a divisão até obter um resto cujo expoente seja menor do que o expoente do divisor.

$$\begin{array}{r} 4x^3 - 2x^2 + 5x - 1 \quad | \quad x^2 - 3x + 2 \\ -4x^3 + 12x^2 - 8x \\ \hline 10x^2 - 3x - 1 \\ -10x^2 + 30x - 20 \\ \hline 27x - 21 \end{array}$$

## PRODUTOS NOTÁVEIS

$$(a+b)^2 = (a+b) \cdot (a+b) = a^2 + 2ab + b^2$$

$$(a-b)^2 = (a-b) \cdot (a-b) = a^2 - 2ab + b^2$$

$$(a+b) \cdot (a-b) = a^2 - b^2$$

$$(a+b+c)^2 = a^2 + 2ab + 2ac + b^2 + 2bc + c^2$$

$$(a-b+c)^2 = a^2 - 2ab + 2ac + b^2 - 2bc + c^2$$

$$(a+b)^3 = a^3 + 3a^2b + 3ab^2 + b^3$$

$$(a-b)^3 = a^3 - 3a^2b + 3ab^2 - b^3$$

Para desenvolver expressões do tipo  $(a+b)^n$  emprega-se o triângulo aritmético.

## TRIÂNGULO ARITMÉTICO

exponentes	
0	1
1	1 1
2	1 2 1
3	1 3 3 1 coeficientes
4	1 4 6 4 1
5	1 5 10 10 5 1
6	1 6 15 20 15 6 1
7	1 7 21 35 35 21 7 1

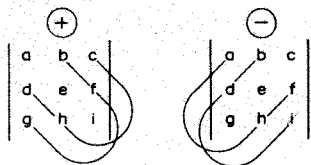
Exemplo:

$$(a+b)^5 = a^5 + 5a^4b + 10a^3b^2 + 10a^2b^3 + 5ab^4 + b^5$$

Expoente 5, coeficientes: 1, 5, 10, 10, 5, 1

## DETERMINANTE

Regra de Sarrus



Exemplo:

$$\begin{vmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 5 & 3 & 4 \\ 1 & 3 & 2 \end{vmatrix} = 1 \cdot 3 \cdot 2 + 2 \cdot 4 \cdot 1 + 1 \cdot 3 \cdot 5 - 1 \cdot 3 \cdot 1 - 4 \cdot 3 \cdot 1 - 2 \cdot 5 \cdot 2 = -6$$

## REGRAS DE POTENCIAÇÃO

$$a^m \cdot a^n = a^{m+n} \quad 3^5 \cdot 3^7 = 3^{12}$$

$$\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n} \quad \frac{4^9}{4^6} = 4^3$$

$$(a^m)^n = (a^n)^m = a^{mn} \quad (2^3)^5 = 2^{15}$$

$$a^{-n} = \frac{1}{a^n} \quad 3^{-5} = \frac{1}{3^5}$$

$$\frac{a^n}{b^n} = \left(\frac{a}{b}\right)^n \quad \frac{2^5}{7^5} = \left(\frac{2}{7}\right)^5$$

$$a^0 = 1 \quad 5^0 = 1$$

$$a^\infty = \infty \quad (a > 1) \quad 4^\infty = \infty$$

$$a^\infty = 0 \quad (0 < a < 1) \quad 0,3^\infty = 0$$

## REGRAS DE RADICAÇÃO

$$a^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a} \quad 7^{\frac{1}{3}} = \sqrt[3]{7}$$

$$\sqrt[n]{ab} = \sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b} \quad \sqrt[3]{5 \cdot 8} = \sqrt[3]{5} \cdot \sqrt[3]{8}$$

$$\sqrt[n]{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} \quad \sqrt[4]{\frac{3}{7}} = \frac{\sqrt[4]{3}}{\sqrt[4]{7}}$$

$$\sqrt[n]{a^m} = \sqrt[n]{a^m} \quad \sqrt[15]{4^{30}} = \sqrt[3]{4^6}$$

$$a \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{ba^n} \quad 2 \sqrt{5} = \sqrt{5 \cdot 2^2}$$

$$\sqrt[n]{a^m} = (\sqrt[n]{a})^m \quad \sqrt[3]{5^8} = (\sqrt[3]{5})^8$$

$$\sqrt[n]{a} = 1 \quad \sqrt[2]{2} = 1$$

$$\sqrt[n]{a} = \infty \quad (a > 1) \quad \sqrt[3]{3} = \infty$$

$$\sqrt[n]{a} = 0 \quad (0 < a < 1) \quad \sqrt[0]{0,3} = 0$$

## PROGRESSÕES ARITMÉTICAS

É uma sucessão de números tais que, cada um deles é igual ao precedente somado com um número constante.

Exemplo: 1, 4, 7, 10, 13, ...

$$\left. \begin{array}{l} 1 + 3 = 4 \\ 4 + 3 = 7 \\ 7 + 3 = 10 \end{array} \right\} 3 \text{ é a razão } r$$

em letras:  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5, \dots, a_n$

$$\left. \begin{array}{l} a_1 = \text{primeiro termo} \\ a_n = \text{termo de ordem } n \\ n = \text{número de termos} \end{array} \right\}$$

$S_n$  = soma de  $n$  termos

$$S_n = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n = \frac{(a_1 + a_n)n}{2}$$

## PROGRESSÕES GEOMÉTRICAS

É uma sucessão de números tais que, cada um deles é igual ao precedente multiplicado por um número constante.

Exemplo: 2, 8, 32, 128, ...

$$\left. \begin{array}{l} 2 \times 4 = 8 \\ 8 \times 4 = 32 \\ 32 \times 4 = 128 \end{array} \right\} 4 \text{ é a razão } q$$

em letras:  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$

$$\left. \begin{array}{l} a_1 = \text{primeiro termo} \\ a_n = \text{termo de ordem } n \\ n = \text{número de termos} \end{array} \right\}$$

$S_n$  = soma de  $n$  termos

$$S_n = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n = a_1 \frac{q^n - 1}{q - 1}$$

## CÁLCULO DE JUROS

$$\left. \begin{array}{l} b = a q^n \\ q = 1 + \frac{p}{100} \end{array} \right\} \begin{array}{l} a = \text{capital inicial} \\ n = \text{número de anos} \\ b = \text{capital depois de } n \text{ anos} \\ p = \text{juros (\%) anuais} \end{array}$$

## DISPOSIÇÕES

Os grupos se diferenciam pela natureza e pela ordem dos elementos.

$$D_{m,k} = \text{disposição de } m \text{ elementos tomados } k \text{ a } k$$

$$D_{m,k} = m(m-1)(m-2) \dots [m-(k-1)] = \frac{m!}{(m-k)!}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Exemplo:} \\ m = 4 \\ k = 2 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 4 \text{ elementos: } a, b, c, d \\ \text{tomados } \left[ \begin{array}{l} ab \ ba \ ca \ da \\ ac \ bc \ cb \ db \\ ad \ bd \ cd \ dc \end{array} \right] \text{ 12 grupos} \\ \text{possíveis} \\ D_{4,2} = 4(4-1) = 12 \end{array}$$

$\Delta_{m,k}$  = disposição com repetição de  $m$  elementos tomados  $k$  a  $k$ :  $\Delta_{m,k} = m^k$

## PERMUTAÇÕES

Os grupos se diferenciam pela ordem dos elem.

$P_n$  = permutação de  $n$  elementos

$$P_n = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \dots \cdot n = n!$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Exemplo:} \\ n = 3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 3 \text{ elementos: } a, b, c \\ \left[ \begin{array}{l} abc \ bac \ cab \\ acb \ bca \ cba \end{array} \right] \text{ 6 grupos} \\ \text{possíveis} \\ P_3 = 1 \cdot 2 \cdot 3 = 6 \end{array}$$

## COMBINAÇÕES

Os grupos se diferenciam pela natureza dos elem.

$C_{m,k}$  = combinação de  $m$  elementos tomados  $k$  a  $k$

$$C_{m,k} = \frac{m(m-1)(m-2) \dots [m-(k-1)]}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot \dots \cdot k} = \frac{D_{m,k}}{k!}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Exemplo:} \\ m = 5 \\ k = 3 \end{array} \right\} \begin{array}{l} 5 \text{ elementos: } a, b, c, d, e \\ \text{tomados } 3 \text{ a } 3: \\ \left[ \begin{array}{l} abc \ abd \ abe \ acd \ ace \ ade \\ \quad \quad \quad bcd \ bce \ bde \\ \quad \quad \quad \quad \quad cde \end{array} \right] \text{ 10 grupos} \\ \text{possíveis} \\ C_{5,3} = \frac{5(5-1)(5-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} = 10 \end{array}$$

## LIMITE

$$\lim (u_1 + u_2 + \dots + u_n) = \lim u_1 + \lim u_2 + \dots + \lim u_n$$

$$\lim (u_1 u_2 \dots u_n) = \lim u_1 \lim u_2 \dots \lim u_n$$

$$\lim (u - v) = \lim u - \lim v$$

$$\lim \frac{u}{v} = \frac{\lim u}{\lim v}$$

$$\lim (u^v) = \lim u^{\lim v}$$

Para levantar indeterminações.

$$1) \frac{0}{0} \text{ ou } \frac{\infty}{\infty} \quad \lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x)}{g(x)} = \frac{f'(a)}{g'(a)}$$

$$2) 0 \times \infty \quad f(a) g(a) = 0 \times \infty$$

$$\lim_{x \rightarrow a} f(x) g(x) = \lim_{x \rightarrow a} \frac{f(x)}{1/g(x)}$$

$$3) 1^\infty, \infty^0, 0^0 \quad f(a)^{g(a)} = 1^\infty, \infty^0, 0^0$$

$$F(x) = \log f(x)^{g(x)} = g(x) \log f(x)$$

$$4) \infty - \infty \quad f(a) - g(a) = \infty - \infty$$

$$f(x) - g(x) = \frac{1}{1/f(x)} - \frac{1}{1/g(x)} = \frac{1/g(x) - 1/f(x)}{1/f(x) g(x)}$$

$$e^{f(x)} - e^{g(x)} = e^{f(x)} / e^{g(x)}$$

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{m}\right)^m = e \quad \lim_{x \rightarrow 0} (1+x)^{1/x} = e$$

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{x}{m}\right)^m = e^x \quad \lim_{x \rightarrow 0} \frac{a^x - 1}{x} = \ln a$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\log(1+x)}{x} = \log e \quad \lim_{x \rightarrow 0} \frac{(1+x)^u - 1}{x} = u$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1 \quad \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\tan x}{x} = 1$$

## DERIVADA

Função y — derivada  $\frac{dy}{dx} = y'$

a (cte) — 0

ax — a

u + v + ... — u' + v' + ...

au + bv — au' + bv'

uv — u'v + uv'

u/v —  $\frac{u'v - uv'}{v^2}$

f(u), u = g(x) —  $\frac{df(u)}{du} \cdot \frac{du}{dx}$

u<sup>m</sup> — m u<sup>m-1</sup>  $\frac{du}{dx}$

u<sup>v</sup> —  $vu^{v-1} \frac{du}{dx} + u^v \frac{dv}{dx} \ln u$

x<sup>x</sup> — x<sup>x</sup> (1 + ln x)

x<sup>m</sup> — m x<sup>m-1</sup>

$\sqrt{x}$  —  $\frac{1}{2\sqrt{x}}$

e<sup>x</sup> — e<sup>x</sup>

a<sup>m<sup>x</sup></sup> — a<sup>m<sup>x</sup></sup> m ln a

ln x — 1/x

log<sub>a</sub> x —  $\frac{1}{\ln a} \cdot \frac{1}{x} = \frac{1}{x} \log_a e$

sen x — cos x

cos x — -sen x

tg x — 1/cos<sup>2</sup> x

cotg x — -1/sen<sup>2</sup> x

arc sen x — 1/√(1-x<sup>2</sup>)

arc cos x — -1/√(1-x<sup>2</sup>)

arc tg x — 1/(1+x<sup>2</sup>)

arc cotg x — -1/(1+x<sup>2</sup>)

## INTEGRAL

Integral definida:

$$\int_a^b = -\int_b^a \quad \int_a^c = \int_a^b + \int_b^c \quad \int_c^a = -\int_a^c = \int_b^c$$

Integração por decomposição:

$$\int (u \pm v \pm \dots) dx = \int u dx \pm \int v dx \pm \dots$$

Integração por parte:

$$\int u dv = uv - \int v du$$

Integração por substituição:

$$\int f(x) dx = \int f[g(y)] g'(y) dy \quad x = g(y)$$

Integral indefinida:

$$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1} + C \quad \forall n \neq -1$$

$$\int (a+bx)^n dx = \frac{(a+bx)^{n+1}}{b(n+1)} + C \quad \forall n \neq -1$$

$$\int \frac{1}{x} dx = \ln x + C$$

$$\int \frac{1}{a+bx} dx = \frac{1}{b} \ln(a+bx) + C$$

$$\int a^{kx} dx = a^{kx} / k \ln a + C$$

$$\int e^{kx} dx = e^{kx} / k + C$$

$$\int \sin kx dx = -\frac{1}{k} \cos kx + C$$

$$\int \cos kx dx = \frac{1}{k} \sin kx + C$$

$$\int \tan kx dx = -\frac{1}{k} \ln |\cos kx| + C$$

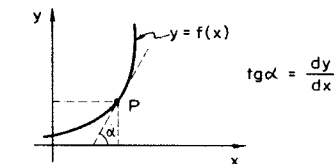
$$\int \cotg kx dx = \frac{1}{k} \ln |\sin kx| + C$$

$$\int \frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \arcsen \frac{x}{a} + C = -\arccos \frac{x}{a} + C$$

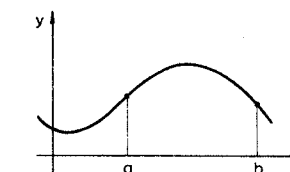
$$\int \frac{dx}{\sqrt{a^2 + x^2}} = \ln(x + \sqrt{a^2 + x^2}) + C$$

$$\int \frac{dx}{x\sqrt{x^2 - a^2}} = \frac{1}{a} \operatorname{arcsec} \frac{x}{a} + C = \frac{-1}{a} \operatorname{arccosec} \frac{x}{a} + C$$

## TANGENTE DE UMA CURVA



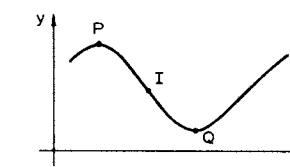
## VARIAÇÃO DA FUNÇÃO



Se f'(a) > 0 f(x) é crescente em a  
f(a-h) < f(a) < f(a+h)

Se f'(b) < 0 f(x) é decrescente em b  
f(b-h) > f(b) > f(b+h)

## MÁXIMO, MÍNIMO E INFLEXÃO



Máximo (ponto P)

$$\frac{dy}{dx} = 0 \text{ e } \frac{d^2y}{dx^2} < 0 \text{ (derivada 2ª)}$$

Mínimo (ponto Q)

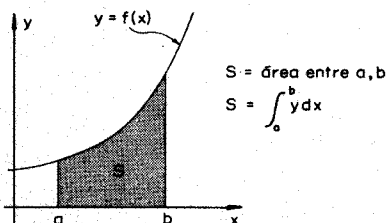
$$\frac{dy}{dx} = 0 \text{ e } \frac{d^2y}{dx^2} > 0$$

Inflexão (ponto I)

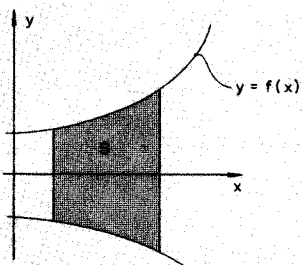
$$\frac{d^2y}{dx^2} = 0$$



### CÁLCULO DE ÁREA



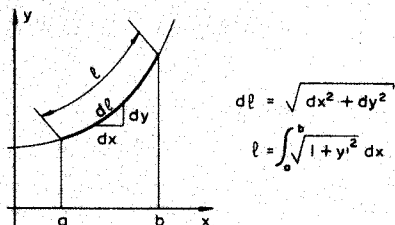
### CÁLCULO DE VOLUME



Girando a superfície S em torno do eixo x com uma rotação igual a  $\alpha$  o volume do sólido será:

$$V_\alpha = \frac{\alpha}{2} \int_a^b y^2 dx \quad V_{360^\circ} = \pi \int_a^b y^2 dx$$

### COMPRIMENTO DE ARCO



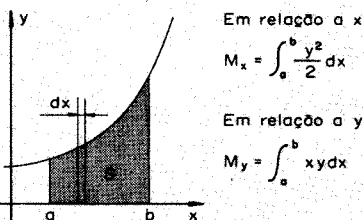
### SUPERFÍCIE DE REVOLUÇÃO

Girando o arco  $\ell$  em torno do eixo x com uma rotação igual a  $\alpha$ , a superfície que surge tem uma área que é dada por:

$$S_\alpha = \alpha \int_a^b y d\ell = \alpha \int_a^b y \sqrt{1 + y'^2} dx$$

$$S_{360^\circ} = 2\pi \int_a^b y d\ell = 2\pi \int_a^b y \sqrt{1 + y'^2} dx$$

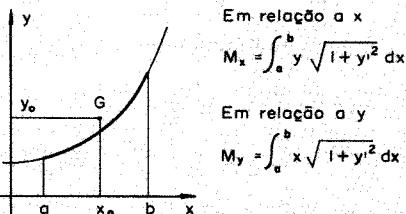
### MOMENTO ESTÁTICO DE SUPERFÍCIES



Coordenadas do centro de gravidade:

$$x_0 = M_y / S \quad y_0 = M_x / S$$

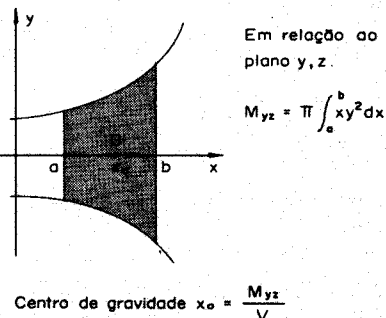
### MOMENTO ESTÁTICO DE CURVAS



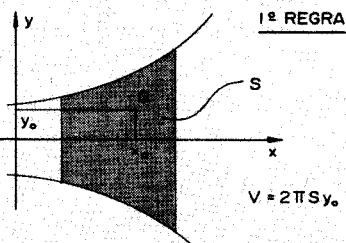
Coordenadas do centro de gravidade:

$$x_0 = M_y / \ell \quad y_0 = M_x / \ell$$

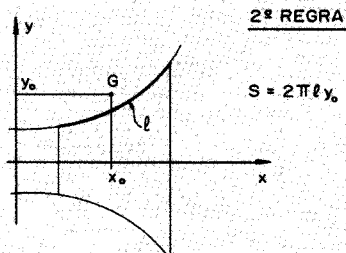
### MOMENTO ESTÁTICO DE SÓLIDOS



### REGRAS DE GULDIN



O volume de um sólido de revolução é igual à área da superfície S multiplicada pela trajetória do centro de gravidade.



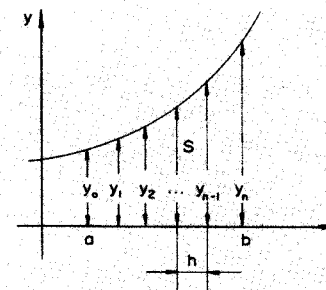
A área de uma superfície de revolução é igual ao arco  $\ell$  multiplicado pela trajetória do centro de gravidade.

### CÁLCULO APROXIMADO DE UMA INTEGRAL

#### Regra dos trapézios

Divide-se a superfície em  $n$  partes de larguras iguais. Cada parte terá largura  $h$ :

$$h = \frac{b-a}{n}$$



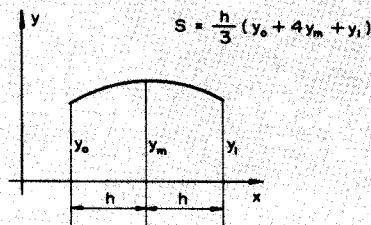
A integral entre a, b será dada pela área S.

$$S = h \left( \frac{y_0 + y_n}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} \right)$$

#### Regra de Simpson

$$S = \frac{h}{3} \left[ y_0 + y_n + 4(y_1 + y_3 + y_5 + \dots + y_{n-1}) + 2(y_2 + y_4 + y_6 + \dots + y_{n-2}) \right]$$

#### Regra de Simpson simplificada



# GEOMETRIA ANALÍTICA

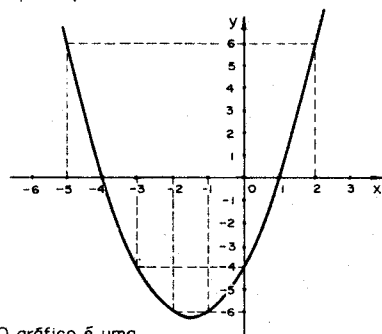
## FUNÇÃO $y=f(x)$

Exemplo:  $y = x^2 + 3x - 4$

Para cada valor de  $x$ , existe um certo valor de  $y$ .

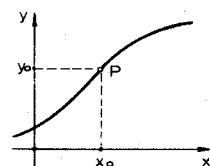
x	...	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	...
y	...	6	0	-4	-6	-6	-4	0	...

Lançando estes valores num gráfico e unindo as pontas, obtém-se uma curva.



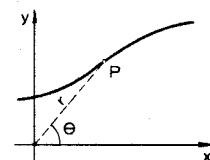
O gráfico é uma parábola porque a função é do 2º grau.

## COORDENADAS CARTESIANAS



Coordenadas do ponto P  
 $P(x_0, y_0)$

## COORDENADAS POLARES



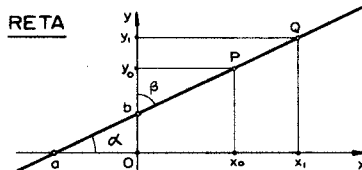
Coordenadas do ponto P  
 $P(r, \theta)$

## EQUAÇÃO GERAL DE UMA CURVA PLANA

Coordenadas cartesianas  $F(x, y) = 0, y = f(x)$

Coordenadas polares  $F(r, \theta) = 0, r = \psi(\theta)$

## RETA



Equação geral:  $Ax + By + C = 0$   
ou  $y = mx + b$

De onde:  $m = -\frac{A}{B} = \tan \alpha$   $b = -\frac{C}{B}$   
 $m = \text{coef. angular}$   $b = \text{coef. linear}$

Distância  $d$  entre 2 pontos  $(x_0, y_0), (x_1, y_1)$   
 $d = \sqrt{(x_0 - x_1)^2 + (y_0 - y_1)^2}$

Equação em função de  $a, b$

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1$$

Equação da reta passando por  $P(x_0, y_0)$   
 $(y - y_0) = m(x - x_0)$

Equação da reta passando por P e Q

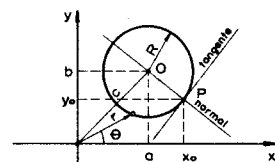
$$\frac{y - y_0}{y_1 - y_0} = \frac{x - x_0}{x_1 - x_0} \quad \begin{matrix} P(x_0, y_0) \\ Q(x_1, y_1) \end{matrix}$$

Transformação de coordenadas

$$x = r \cos \theta \quad y = r \sin \theta$$

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$

## CIRCUNFERÊNCIA



Coordenadas cartesianas  
 $(x - a)^2 + (y - b)^2 = R^2$

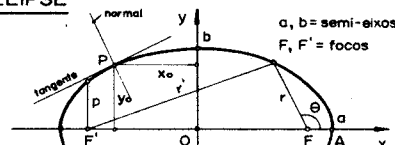
Coordenadas polares  
 $r^2 - 2r \cdot c \cdot \cos \theta + c^2 = R^2$

Equação da tangente no ponto  $P(x_0, y_0)$

$$(x - a)(x_0 - a) + (y - b)(y_0 - b) = R^2$$

Equação da normal:  $\frac{y - b}{y_0 - b} = \frac{x - a}{x_0 - a}$

## ELIPSE



Equação geral:  $(B^2 - AC < 0)$

$$Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 + 2Dx + 2Ey + F = 0$$

$$\text{ou } \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Distância focal:  $OF = \pm \sqrt{a^2 - b^2}$

Excentricidade:  $e = \frac{OF}{OA} = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a} < 1$

Raios vetores:  $r = a - ex, r' = a + ex$

Ordenada no foco:  $p = a(1 - e^2) = \frac{b^2}{a}$

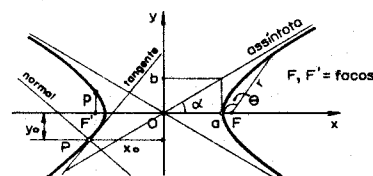
Coordenadas polares:  $r = \frac{p}{1 + e \cdot \cos \theta}$

Equação da tangente no ponto  $P(x_0, y_0)$

$$\frac{xx_0}{a^2} + \frac{yy_0}{b^2} = 1$$

Equação da normal:  $\frac{x - x_0}{b^2 x_0} = \frac{y - y_0}{a^2 y_0}$

## HIPÉRBOLE



Equação geral:  $(B^2 - AC > 0)$

$$Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 + 2Dx + 2Ey + F = 0$$

$$\text{ou } \frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$$

Distância focal:  $OF = \pm \sqrt{a^2 + b^2}$

Excentricidade:  $e = \frac{\sqrt{a^2 + b^2}}{a} > 1$

Ordenada no foco:  $p = \frac{b^2}{a} = a(e^2 - 1)$

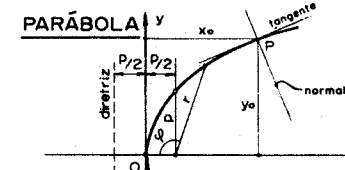
Coordenadas polares:  $r = \frac{p}{1 + e \cdot \cos \theta}$

Equação da tangente no ponto  $P(x_0, y_0)$

$$\frac{xx_0}{a^2} - \frac{yy_0}{b^2} = 1$$

Equação da normal:  $\frac{x - x_0}{b^2 x_0} = \frac{y - y_0}{a^2 y_0}$

## PARÁBOLA



Equação geral:  $(B^2 - AC = 0)$

$$Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 + 2Dx + 2Ey + F = 0$$

$$\text{ou } y^2 = 2px^2$$

Distância focal:  $OF = \frac{1}{2} p$

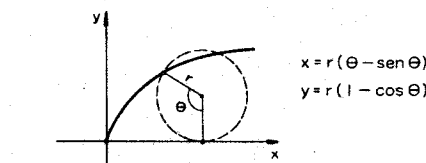
Diretriz:  $x + \frac{p}{2} = 0$

Coordenadas polares:  $r = \frac{p}{1 + \cos \varphi}$

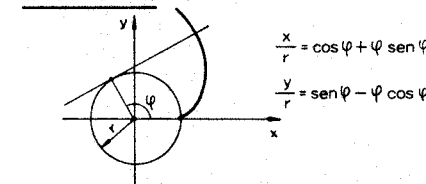
Equação da tangente no ponto  $P(x_0, y_0)$   
 $yy_0 = p(x + x_0)$

Equação da normal:  $x - y_0 = -\frac{y_0}{p}(x - x_0)$

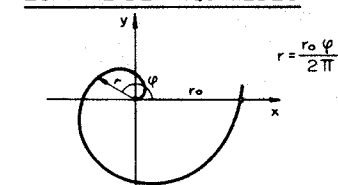
## CICLÓIDE



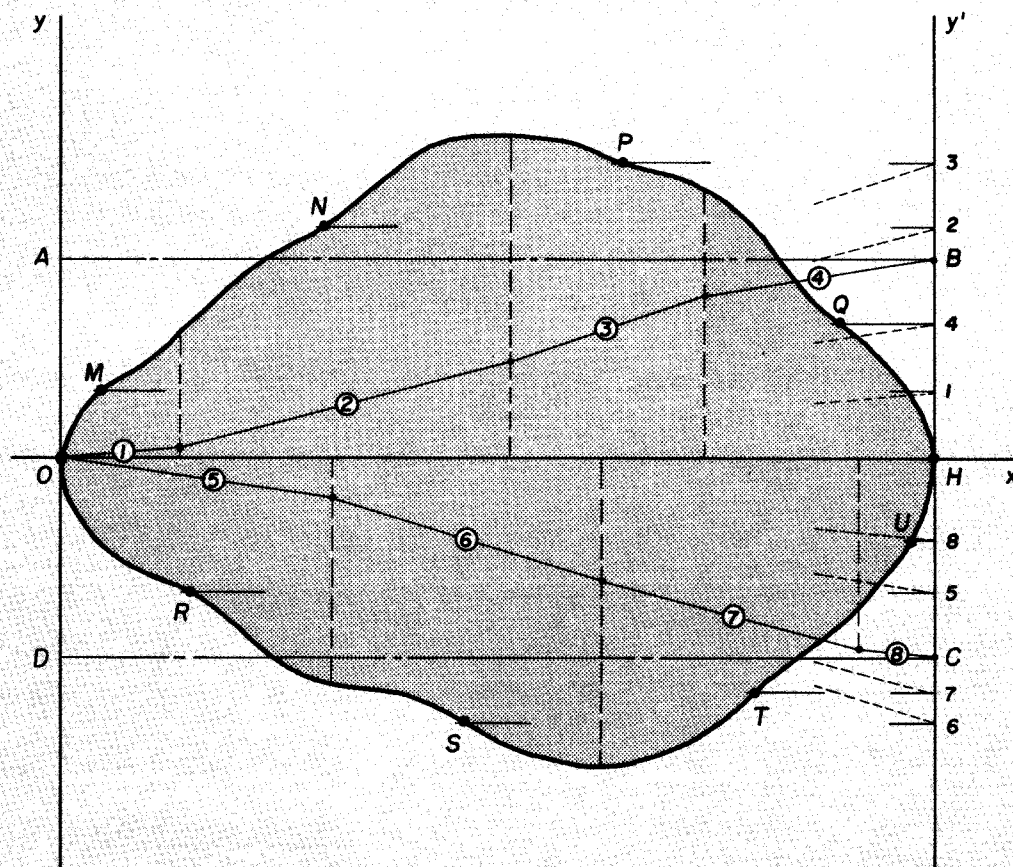
## EVOLVENTE



## ESPIRAL DE ARQUIMEDIS



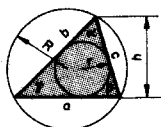
# CÁLCULO DE ÁREA POR INTEGRAÇÃO GRÁFICA



- 1º Traçar a reta  $x$  pelos pontos mais afastados  $O, H$ ;
- 2º Pelos mesmos pontos traçar as perpendiculares  $y, y'$ ;
- 3º Dividir as duas superfícies obtidas em certo número de faixas paralelas às retas  $y, y'$ , formando figuras mais ou menos regulares (quadradas, triangulares, trapezoidais);
- 4º Projetar os pontos médios  $M, N, P, \dots$  sobre a reta  $y'$ , obtendo os pontos  $1, 2, 3, \dots$ ;
- 5º Traçar
  - ① paralela a  $\overline{O1}$
  - ② paralela a  $\overline{O2}$
  - ③ paralela a  $\overline{O3}$
  - ...
 até determinar os pontos  $B, C$ ;
- 6º Área da figura é igual a área do retângulo  $ABCD$ .

# ÁREA DAS FIGURAS PLANAS

S = área      s = semi-perímetro

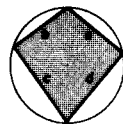


## TRIÂNGULO

$$S = \frac{ah}{2} = \frac{abc}{4R} = \frac{ab \sin \gamma}{2}$$

$$= \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)} = sr$$

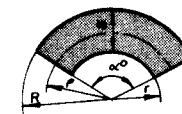
$$s = \frac{1}{2}(a+b+c)$$



## QUADRILÁTERO INSCRITO EM UMA CIRCUNFERÊNCIA

$$S = \sqrt{(s-a)(s-b)(s-c)(s-d)}$$

$$s = \frac{1}{2}(a+b+c+d)$$



## ARCO DE COROA CIRCULAR

$$S = \pi \frac{\alpha^\circ}{180} \frac{R^2 - r^2}{2} = \pi \frac{\alpha^\circ}{180} \rho \delta$$

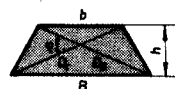


## TRIÂNGULO EQUILÁTERO

$$S = \frac{1}{4} \sqrt{3} l^2 = 0,433 l^2$$

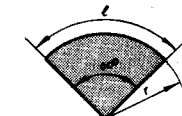
$$= \frac{1}{\sqrt{3}} h^2 = 0,578 h^2$$

$$l = 1,115 h \quad h = \frac{1}{2} \sqrt{3} l = 0,866 l$$



## TRAPÉZIO

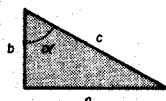
$$S = \frac{b+B}{2} h = \frac{D_2 D_1 \sin \varphi}{2}$$



## SETOR CIRCULAR

$$\ell = \pi r \frac{\alpha^\circ}{180} \quad \frac{\ell}{r} = \pi \frac{\alpha^\circ}{180} = \alpha$$

$$S = \frac{\alpha^\circ}{180} \frac{\pi r^2}{2} = \frac{1}{2} \ell r = \frac{1}{2} \alpha r^2 = 0,00872665 \alpha^\circ r^2$$

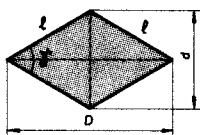


## TRIÂNGULO RETÂNGULO

$$S = \frac{a}{2} \sqrt{c^2 - a^2} = \frac{1}{4} c^2 \sin 2\alpha =$$

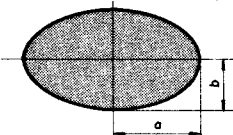
$$= \frac{ab}{2} = \frac{c^2}{2} \sin \alpha \cos \alpha =$$

$$= \frac{a^2}{2} \operatorname{ctg} \alpha = \frac{b^2}{2} \operatorname{tg} \alpha$$



## LOSANGO

$$S = \frac{Dd}{2} = \ell^2 \sin \delta$$



## ELIPSE

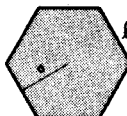
$$S = \pi ab$$



## QUADRADO

$$S = \ell^2 = \frac{d^2}{2}$$

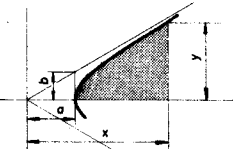
$$\ell = \frac{d}{\sqrt{2}} = 0,707 d \quad d = 1,414 \ell$$



## HEXAGONO

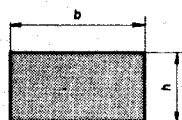
$$S = \frac{Pa}{2} = 2,598 \ell^2$$

P = perímetro



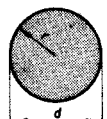
## HIPÉRBOLE

$$S = \frac{xy}{2} - \frac{ab}{2} \ell n \left( \frac{x}{a} + \frac{y}{b} \right)$$



## RETÂNGULO

$$S = bh$$

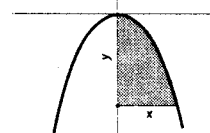


## CIRCUNFERÊNCIA

$$C = \pi d = 2\pi r$$

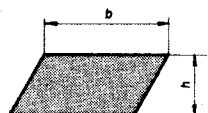
## CÍRCULO

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \pi r^2 = C \frac{r}{2} = 0,7854 d^2$$



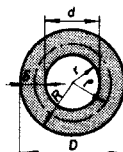
## PARÁBOLA

$$S = \frac{2}{3} xy$$



## PARALELOGRAMO

$$S = bh$$

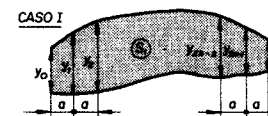


## COROA CIRCULAR

$$\rho = \frac{R+r}{2} \quad \delta = R-r \quad r = mR$$

$$S = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = \pi (R^2 - r^2) =$$

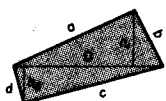
$$= \pi R^2 (1 - m^2) = 2\pi \rho \delta$$



## FIGURA PLANA QUALQUER

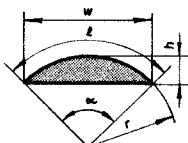
### FÓRMULA DE SIMPSON

$$S_i = \frac{1}{3} a (y_0 + 4y_1 + 2y_2 + \dots + 2y_{n-2} + 4y_{n-1} + y_n)$$



## QUADRILÁTERO

$$S = D \frac{h_1 + h_2}{2}$$

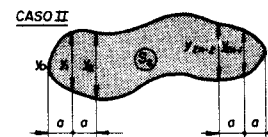


## SEGMENTO CIRCULAR

$$w = 2r \sin \frac{\alpha}{2} = 2\sqrt{h(2r-h)}$$

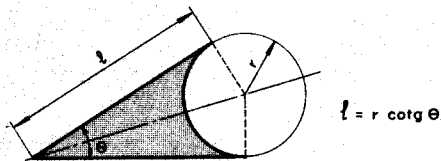
$$h = r - \sqrt{r^2 - w^2/4}$$

$$S = \frac{1}{2} r^2 \left( \pi \frac{\alpha^\circ}{180} - \sin \alpha \right) = \frac{\ell r - (r-h)w}{2}$$



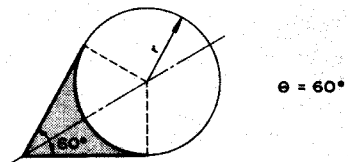
$$y_0 = y_n = 0$$

$$S_2 = S_1 + \frac{2}{3} a (y_1 + y_{n-1})$$

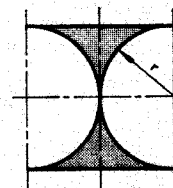


$$S = \frac{1}{2} 2r \cos \frac{\theta}{2} r \cotg \frac{\theta}{2} \cos \frac{\theta}{2} - \frac{1}{2} r^2 \left( \frac{\pi \theta^\circ}{180^\circ} - \sin \theta \right) =$$

$$= \frac{1}{2} r^2 \left( 2 \cos^2 \frac{\theta}{2} \cotg \frac{\theta}{2} + \sin \theta - \frac{\pi \theta^\circ}{180^\circ} \right)$$

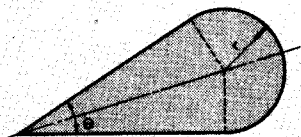


$$S = \frac{1}{2} r^2 \left( 2 \cdot 0,866^2 \cdot 1,7321 + 0,866 - \frac{\pi}{3} \right) = 1,2084 r^2$$



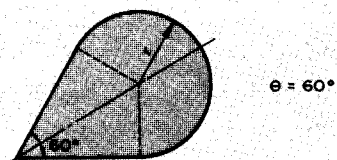
$$S = r^2 (4 - \pi) =$$

$$= 0,8584 r^2$$

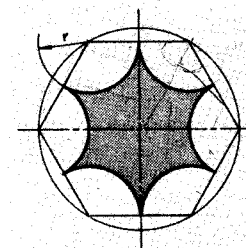


$$S = \frac{1}{2} r^2 \left( 2 \cos^2 \frac{\theta}{2} \cotg \frac{\theta}{2} + \sin \theta - \frac{\pi \theta^\circ}{180^\circ} \right) + \pi r^2 =$$

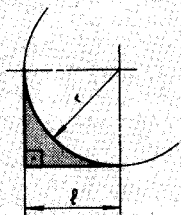
$$= \frac{1}{2} r^2 \left( 2 \cos^2 \frac{\theta}{2} \cotg \frac{\theta}{2} + \sin \theta - \frac{\pi \theta^\circ}{180^\circ} + 2\pi \right)$$



$$S = \frac{1}{2} r^2 \left( 2 \cdot 0,866^2 \cdot 1,7321 + 0,866 - \frac{\pi}{3} + 2\pi \right) = 4,35 r^2$$



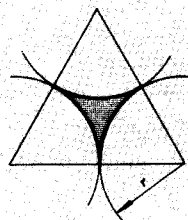
$$S = 2r^2 (3\sqrt{3} - \pi)$$



$$l = r$$

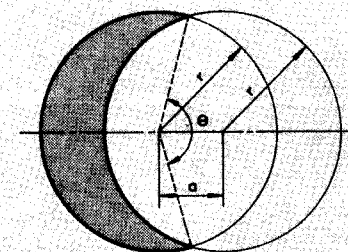
$$S = \frac{1}{2} r^2 \left( 2 \cdot 0,7^2 + 1 - \frac{\pi}{2} \right) =$$

$$= 0,2146 r^2$$

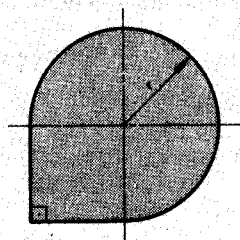


$$S = \frac{r^2}{2} (2\sqrt{3} - \pi) =$$

$$= 0,16 r^2$$

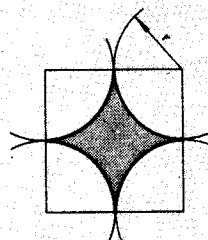


$$S = r^2 \left( \pi - \frac{\pi \theta^\circ}{180^\circ} + \sin \varphi \right) = r^2 \eta$$



$$S = \frac{1}{2} r^2 \left( 2 \cdot 0,7^2 + 1 - \frac{\pi}{2} \right) +$$

$$+ \pi r^2 = 3,3562 r^2$$



$$S = r^2 (4 - \pi) =$$

$$= 0,8584 r^2$$

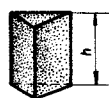
$\alpha$	$\frac{2r}{10}$	$\frac{4r}{10}$	$\frac{6r}{10}$	$\frac{8r}{10}$	$\frac{10r}{10}$	$\frac{12r}{10}$	$\frac{14r}{10}$	$\frac{16r}{10}$	$\frac{18r}{10}$
$\eta$	0,40	0,79	1,18	1,56	1,91	2,25	2,55	2,81	3,02

# SUPERFÍCIE E VOLUME DOS SÓLIDOS

S = área total

$S_l$  = área lateral

V = volume

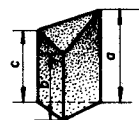


## PRISMA RETO

$$S_l = P_b \cdot h$$

$$S = S_l + 2S_b$$

$$V = S_b \cdot h$$

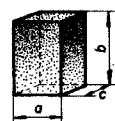


## PRISMA TRIANGULAR OBLÍQUO

$$S_l = \text{soma dos três trapézios}$$

$$S_b = \text{área da secção reta}$$

$$V = \frac{1}{3} S_b (a + b + c)$$



## PARALELEPÍPEDO

$$S = 2(ab + ac + bc)$$

$$V = abc$$

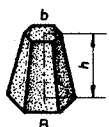


## PIRÂMIDE REGULAR

$$n = \text{número de lados}$$

$$S_l = \text{soma de } n \text{ triângulos isósceles}$$

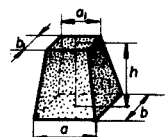
$$V = \frac{1}{3} S_b \cdot h$$



## TRONCO DE PIRÂMIDE COM BASES PARALELAS

$$S_l = \text{soma de } n \text{ trapézios}$$

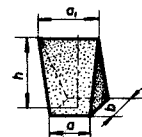
$$V = \frac{1}{3} h (S_b + S_B + \sqrt{S_b S_B})$$



## OBELISCO

$$S_l = \text{soma de 4 trapézios}$$

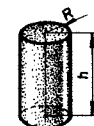
$$V = \frac{h}{6} [(2a+a)b + (2a+a)b]$$



## CUNHA

$$S_l = \text{soma dos 2 trapézios e dos 2 triângulos}$$

$$V = \frac{h}{6} (2a + a)b$$

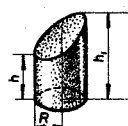


## CILINDRO RETO

$$S_l = 2\pi R h$$

$$S = 2\pi R (R + h)$$

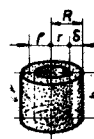
$$V = \pi R^2 h$$



## CILINDRO RETO COM SECÇÃO OBLÍQUA

$$S_l = \pi R (h + h_1)$$

$$V = \pi R^2 \frac{h + h_1}{2}$$

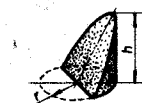


## CILINDRO ÔCO

$$S_l = 2\pi h (R + r)$$

$$V = \pi h (R^2 - r^2) = \pi h \delta (2R - \delta)$$

$$= \pi h \delta (2r + \delta) = 2\pi h r \delta$$



## CUNHA CILÍNDRICA

$$S_c = \text{área da superfície curva}$$

$$S_c = 2\pi r h$$

$$V = \frac{2}{3} r^2 h$$

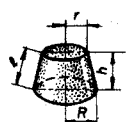


## CONE RETO

$$S_l = \pi r \sqrt{r^2 + h^2} = \pi r \ell$$

$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$$

$$\ell = \sqrt{h^2 + r^2}$$

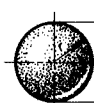


## TRONCO DE CONE COM BASES PARALELAS

$$S_l = \pi \ell (R + r)$$

$$\ell = \sqrt{h^2 + (R - r)^2}$$

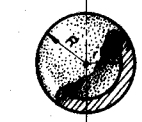
$$V = \frac{1}{3} \pi h (R^2 + Rr + r^2) = \frac{1}{3} \pi h [(R + r)^2 - Rr]$$



## ESFERA CHEIA

$$S = 4\pi R^2 = \pi D^2$$

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{\pi}{6} D^3 = \frac{1}{6} D S_l$$

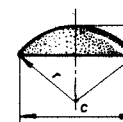


## ESFERA ÔCA

$$V = \frac{4}{3} \pi (R^3 - r^3)$$

$$= \frac{4}{3} \pi R^3 (1 - m^3)$$

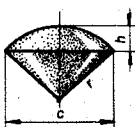
$$r = mR$$



## SEGMENTO ESFÉRICO

$$S_l = 2\pi R h = \pi \left( \frac{c^2}{4} + h^2 \right)$$

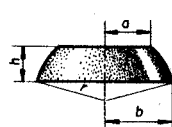
$$V = \pi R^2 \left( r - \frac{h}{3} \right) = \pi h \left( \frac{c^2}{8} + \frac{h^2}{6} \right)$$



## SETOR ESFÉRICO

$$S = \pi R (2h + \frac{c}{2})$$

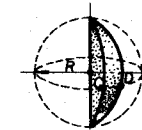
$$V = \frac{2}{3} \pi R^2 h$$



## ZONA ESFÉRICA

$$S_l = 2\pi R h$$

$$V = \frac{1}{6} \pi h (3a^2 + 3b^2 + h^2)$$

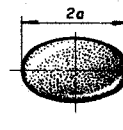


## CUNHA ESFÉRICA

$$\text{Área do fuso} = 2 R a$$

$$V = \frac{2}{3} R^2 a$$

$$a = \text{arco } CD$$



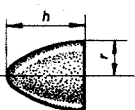
## ELIPSÓIDE

$$3 \text{ eixos desiguais}$$

$$V = \frac{4}{3} \pi abc$$

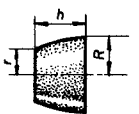
$$2 \text{ eixos iguais } (a = c)$$

$$V = \frac{4}{3} \pi a^2 b$$



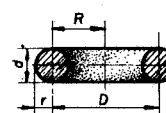
## PARABOLÓIDE

$$V = \frac{1}{2} \pi r^2 h$$



## TRONCO DE PARABOLÓIDE COM BASES PARALELAS

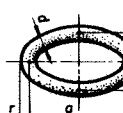
$$V = \frac{1}{2} \pi h (R^2 + r^2)$$



## ANEL CIRCULAR

$$S = 4\pi^2 R r = 9,8696 D d$$

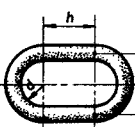
$$V = 2\pi^2 R r^2 = 2,4674 D d^2$$



## ANEL ELÍPTICO (aprox.)

$$S = \pi^2 d \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{2}}$$

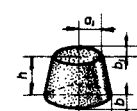
$$V = \frac{\pi^2}{2} d^2 \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{2}}$$



## ANEL ALONGADO

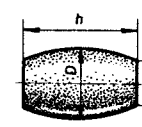
$$S = \pi^2 d d + 2\pi h d$$

$$V = \frac{\pi}{4} d^2 (\pi d + 2h)$$



## TINA COM BASES ELÍPTICAS

$$V = \frac{\pi h}{6} [2(ab + a_1 b_1) + ab_1 + a_1 b]$$

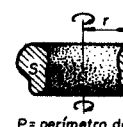


## BARRICA

$$V_{circ} = 0,087 h (2D + d)^2$$

$$V_{elipt} = 0,087 h (A + B + \frac{a+b}{2})^2$$

A, B = eixos da secção média. a, b = eixos do fundo.



## SÓLIDO DE REVOLUÇÃO

$$S_l = \frac{\pi}{180} \alpha^{\circ} r P$$

$$V = \frac{\pi}{180} \alpha^{\circ} r S$$

P = perímetro de S  
 $\alpha^{\circ}$  = ângulo percorrido pela secção S.

# SI

SI — é a sigla que representa: o SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADE DE MEDIDAS

Aprovado na XI CONFERÊNCIA GERAL dos Pesos e Medidas - CGPM - em Paris em 11.10.1960.

O sistema SI é:

**Homogêneo - Coerente - Absoluto e Decimal.**

**HOMOGENEO** — porque fixadas as grandezas e suas unidades FUNDAMENTAIS é possível **DERIVAR** das mesmas outras grandezas e unidades.

**COERENTE** — porque a multiplicação ou a divisão de 2 ou mais grandezas origina a unidade de uma **NOVA GRANDEZA**.

**ABSOLUTO** — porque as unidades fundamentais são **INALTERÁVEIS**.

**DECIMAL** — porque as unidades das grandezas são sempre múltiplas e submúltiplas de 10.

O SI racionaliza algumas grandezas substituindo a palavra **ESPECÍFICO** com:

**LINEICO** p/ Comprimentos  
**AREICO** p/ Áreas  
**VOLÚMICO** p/ Volumes  
**MASSICO** p/ Massas

Exemplos: O calor superficial passa a se chamar Capacidade Térmica Areica.

A Intensidade superficial da corrente elétrica passa a se chamar Intensidade de Corrente Areica.

A **DENSIDADE RELATIVA** de um corpo é a relação entre a sua massa volúmica e a massa volúmica de corpo de referência. É adimensional, é apenas um número.

O **KILOGRAMA - FORÇA** é substituído pela unidade **N Newton**.

Na superfície da Terra o corpo com a massa - 1 kg é atraído com uma força normal 9,80-65 N .:

$$1 \text{ kg}_f = 9,8 \text{ N} \quad \therefore \quad 1 \text{ N} \approx \frac{1}{9,8} \text{ kg}_f$$

As unidades DERIVADAS de N são:

— o trabalho =  $N \cdot m$  (newtonmetro)

$$\text{— potência} = \frac{N \cdot m}{s} \text{ (Watt)}$$

$$\text{— velocidade} = v = \frac{s}{t} \text{ [m/s]}$$

$$\text{— aceleração} = \frac{v}{t} = \frac{s}{t^2} \text{ [m/s}^2\text{]}$$

O SI possui:

**7 GRANDEZAS FUNDAMENTAIS;**

**2 GRANDEZAS SUPLEMENTARES;**

**MUITÍSSIMAS DERIVADAS.**

## UNIDADES - GRANDEZAS e SÍMBOLOS

Grandezas	Unidade	Símbolo	Equivalência das Unidades	Símbolos e Expressões Dimensionais das Grandezas
Fundamentais	Comprimento Massa Tempo Int. Corr. Elétrica Temperatura Intensidade luminosa Quantidade de substância	metro quilogrammo segundo ampère kelvin (°) Candle (vela) mole	m kg s A  cd mol	       l m t i θ I n
Suplementares	Ângulo Plano Ângulo Sólido	radiano esteradiano	rad sr	 1 rad = r 1 sr = r²  α Ω
Mecânica	Frequência Força, peso Pressão Trabalho, energia Potência Velocidade Velocidade angular Momento de uma força	hertz newton pascal joule watt  m s⁻¹ rad s⁻¹ m N	Hz N Pa J W  m s⁻¹ rad s⁻¹ m N	 1 Hz = 1 s⁻¹ 1 N = 1 kg m s⁻² 1 Pa = 1 Nm⁻² 1 J = 1 Nm 1 W = 1 Js⁻¹  t⁻¹ 1 m t⁻² 1⁻¹ m t⁻² 1² m t⁻² 1² m t⁻² 1 t⁻¹ 1² m t⁻²
Eletro-Magnético	Carga elétrica Tensão elétrica Capacidade elétrica Resistência elétrica Fluxo magnético Indução magnética Indutância	coulomb volt farad ohm weber tesla henry	C V F Ω Wb T H	 1 C = 1 As 1 V = 1 W A⁻¹ 1 F = 1 CV⁻¹ 1 Ω = 1 VA⁻¹ 1 Wb = 1 Vs 1 T = 1 Wb m⁻² 1 H = 1 VsA⁻¹  t 1² m t⁻² 1⁻² m³ t⁻² 1² m t⁻² 1² m t⁻² 1² m t⁻² 1² m t⁻² 1² m t⁻²
Calor	Quantidade de calor Fluxo térmico Condutibilidade térmica Capacidade térmica massica Entropia Difusão térmica	joule watt  W m⁻¹ K⁻¹ J kg⁻¹ K⁻¹ J K⁻¹ m² s⁻¹	J W  W m⁻¹ K⁻¹ J kg⁻¹ K⁻¹ J K⁻¹ m² s⁻¹	 1 J = 1 Nm 1 W = 1 Js⁻¹  1² m t⁻² 1² m t⁻² 1 m t⁻² θ⁻¹ 1² t⁻² θ⁻¹ 1² m t⁻² θ⁻¹ 1² t⁻¹
Fotometria	Fluxo luminoso Luminância	lumen (nit) (°)	lm (nt)	 1 lm = 1 cd sr 1 nt = 1 cd m⁻²  I I² I

Os símbolos são sempre indicados com letras MINÚSCULAS e com as MAIÚSCULAS quando se referem aos CIENTISTAS.

(°) O SI admite também o grau CELSIUS °C = K - 273 ∴ K = °C + 273 °cd = CADLE (VELA)

Para se escrever com poucos algarismos é necessário recorrer aos múltiplos e submúltiplos.

## MÚLTIPLOS e SUBMÚLTIPLOS DECIMAIS

	Fatores de multiplicações	Prefixo	Símbolo
Múltiplos	10¹⁸ = 1 000 000 000 000 000 000 10¹⁵ = 1 000 000 000 000 000 10¹² = 1 000 000 000 000 10⁹ = 1 000 000 000 10⁶ = 1 000 000 10³ = 1 000 10² = 100 10¹ = 10	exa peta tera giga mega kilo hecto deca	E P T G M k h da
	10⁰ = 1	Unidade SI	
Submúltiplos	10⁻¹ = 0,1 10⁻² = 0,01 10⁻³ = 0,001 10⁻⁶ = 0,000 001 10⁻⁹ = 0,000 000 001 10⁻¹² = 0,000 000 000 001 10⁻¹⁵ = 0,000 000 000 000 001 10⁻¹⁸ = 0,000 000 000 000 000 001	deci centi milli micro nano pico femto atto	d c m μ n p f a

## APLICAÇÕES DOS MÚLTIPLOS E SUBMÚLTIPLOS DECIMAIS

Comprimento		Força		Velocidade	
Símbolo	Denominação	Símbolo	Denominação	Símbolo	Denominação
Em	exa metro	EN	exa newton	Em/s	exa metro por segundo
Pm	petametro	PN	petanewton	Pm/s	petametro por segundo
Tm	terametro	TN	teranewton	Tm/s	terametro por segundo
Gm	gigametro	GN	giganewton	Gm/s	gigametro por segundo
Mm	megametro	MN	meganewton	Mm/s	megametro por segundo
km	kilometro	kN	kilonewton	km/s	kilometro por segundo
hm	hectometro	hN	hectonewton	hm/s	hectonewton por segundo
dam	decametro	daN	decanewton	dam/s	decametro por segundo
	metro	N	newton	m/s	metro por segundo
dm	decimetro	dN	decinewton	dm/s	decimetro por segundo
cm	centimetro	cN	centinewton	cm/s	centimetro por segundo
mm	milimetro	mN	milinewton	mm/s	milimetro por segundo
μm	micrometro	μN	micronewton	μm/s	micrometro por segundo
nm	nanometro	nN	nanonewton	nm/s	nanometro por segundo
pm	picometro	pN	piconewton	pm/s	picometro por segundo
fm	femtometro	fN	femtonewton	fm/s	femtometro por segundo
am	attometro	aN	attonewton	am/s	attometro por segundo



# CONVERSÃO DAS PRINCIPAIS UNIDADES DE MEDIDAS EM UNIDADES SI

para converter	em	multiplicar por
abampere	A	10
abecoulomb	C	10
alfarad	F	10 <sup>9</sup>
alohenry	H	10 <sup>9</sup>
alohm	Ω	10 <sup>9</sup>
alovolt	V	10 <sup>9</sup>
acre (ac)	m <sup>2</sup>	4,046856 · 10 <sup>3</sup>
acre-foot	m <sup>3</sup>	1,233482 · 10 <sup>3</sup>
ampere internacional (1948)	A	0,999835
amperehora (Ah)	C	3,6 · 10 <sup>3</sup>
ângulo 360°	rad	2π
angstrom (Å)	m	10 <sup>-10</sup>
anker (ank)	m <sup>3</sup>	45,4609 · 10 <sup>3</sup>
ano luz	m	9,440505 · 10 <sup>15</sup>
apofit (ab)	cd/m <sup>2</sup>	1/π
ara (a)	m <sup>2</sup>	100
atmosfera física (atm) (760 mm Hg)	Pa	101,325 · 10 <sup>3</sup>
atmosfera técnica (at) (10 m H <sub>2</sub> O)	Pa	98,0665 · 10 <sup>3</sup>
bar	Pa	10 <sup>5</sup>
baria	Pa	0,1
barn (b)	m <sup>2</sup>	10 <sup>-28</sup>
barrel	m <sup>3</sup>	0,1589873
barrel (dry, U.S.) (bbl)	m <sup>3</sup>	0,115628
baud (B)	bit/s	1
bes (b)	kg	1
biet (b)	kg	10
board foot (fbm)	m <sup>3</sup>	2,359737 · 10 <sup>-3</sup>
british thermal unit (BTU) internacional, 1956)	J	1055,056
BTU (média)	J	1055,87
BTU (a 39 °F)	J	1059,67
BTU (a 60 °F)	J	1054,68
BTU (termoquímica)	J	1054,36
bushel (U.S.) (bu)	m <sup>3</sup>	35,23907 · 10 <sup>-3</sup>
bushel (U.K.) (bu)	m <sup>3</sup>	36,3687 · 10 <sup>-3</sup>
but	m <sup>3</sup>	0,49098
cable	m	185,2
caloria (internacional) (cal)	J	4,1868
caloria (média)	J	4,19002
caloria (termoquímica)	J	4,184
caloria (a 15 °C)	J	4,1865
caloria (a 20 °C)	J	4,18190
cadie Heine (H.K.)	cd	≈ 0,92
cadie internacional	cd	≈ 1,02
cavalo vapore (CV)	W	735,49875
cavalo-hora (CVh)	J	2,64779 · 10 <sup>6</sup>
cental (v. hundredweight)	—	—
centigrade heat unit (CHU)	J	1,8991
centímetro de mercúrio (a 0 °C) (cmHg)	Pa	133,32
centímetro de água (a 4 °C) (cmH <sub>2</sub> O)	Pa	98,0638
centipoise (cP)	Pa·s	10 <sup>-3</sup>
chain (surveyor's) (ch)	m	20,11684
chain	m	30,48
chaldron	m <sup>3</sup>	1,30927
cheval vapeur eléctrico (che)	W	736
cicero	m	4,512 · 10 <sup>-3</sup>
circular inch	m <sup>2</sup>	5,067095 · 10 <sup>-4</sup>
circular mil (cm)	m <sup>2</sup>	5,067075 · 10 <sup>-10</sup>
clausius (Cl)	J/K	4,1868
clo	K · m <sup>2</sup>	0,2003712
cord (cd)	m <sup>3</sup>	3,52456
coulomb internacional (1948)	C	0,999835
crin	m <sup>3</sup>	170,5 · 10 <sup>-3</sup>
cup	m <sup>3</sup>	2,365882 · 10 <sup>-4</sup>
curie (Ci)	Bq	3,7 · 10 <sup>10</sup>
darcy	m <sup>2</sup>	0,987 · 10 <sup>-18</sup>
denaro (den.)	kg/m	1/9000
dez	rad	0,174533
didot (v. cicero)	—	—
dina (dyn)	N	10 <sup>-5</sup>
drachm (U.K., fluid)	m <sup>3</sup>	3,55163 · 10 <sup>-4</sup>
drachm (o dram) (dr)	kg	1,77175 · 10 <sup>-4</sup>
dram (U.S., fluid)	m <sup>3</sup>	3,69671 · 10 <sup>-4</sup>
eletrôn-volt (eV)	J	1,6021892 · 10 <sup>-19</sup>
eman	Bq/m <sup>3</sup>	3,7 · 10 <sup>3</sup>
erg	J	10 <sup>-7</sup>

para converter	em	multiplicar por
fared internacional (1948)	F	0,999505
fathom (fath, fm)	m	1,8288
fathom (of wood)	m <sup>3</sup>	8,1164288
fermi	m	10 <sup>-15</sup>
fermi (F)	m <sup>3</sup>	10 <sup>-36</sup>
Fastmeter (Fm)	V	1
firkir (beer) (fir)	m <sup>3</sup>	40,9148 · 10 <sup>-3</sup>
firkir (butter)	kg	25,4012
firkir (soap)	kg	28,1227
flash	s	0,7 · 10 <sup>-9</sup>
fluid ounce (v. ounce, fluid)	—	—
foot	m	0,3048
foot (U.S. survey)	m	0,3048006
footcandle	lm/m <sup>2</sup>	10,76391
footlambert	cd/m <sup>2</sup>	3,426259
fourier	W/K	1,1163
franklin (Fr)	C	3,3361 · 10 <sup>-18</sup>
fresnel	HZ	1,1163
frigoria (fg, fr)	J	4,1855 · 10 <sup>3</sup>
furlong (fur)	m	201,1684
gal (o galil) (Gal)	m/s <sup>2</sup>	10 <sup>-3</sup>
gallon (Canada, liquid)	m <sup>3</sup>	4,546122 · 10 <sup>-3</sup>
gallon (U.K., liquid) (imp. gal)	m <sup>3</sup>	4,546087 · 10 <sup>-3</sup>
gallon (U.S., dry)	m <sup>3</sup>	4,404884 · 10 <sup>-3</sup>
gallon (U.S., liquid) (gal)	m <sup>3</sup>	3,785412 · 10 <sup>-3</sup>
gamma	T	10 <sup>-9</sup>
gamma (G, Gg)	A/m	0,795894 · 10 <sup>-3</sup>
giber (Gb)	T	10 <sup>-4</sup>
gill (U.K.) (gil)	amperspira	0,7957747
gill (U.S.)	rad	1,420652 · 10 <sup>-4</sup>
giorno solare medio (d)	m <sup>3</sup>	1,182941 · 10 <sup>-4</sup>
giorno sidero	s	8,64 · 10 <sup>4</sup>
giro	rad	9,616409 · 10 <sup>4</sup>
gon (gr)	rad	0,015708
gon quadrato	sr	(π/200) <sup>2</sup>
grau (*)	rad	0,017453
grau Celsius (°C)	K	1
grau Fahrenheit (°F)	K	5/9
grau quadrato	sr	(π/180) <sup>2</sup>
grau Rankine (°R, °Rank)	K	5/9
grau (gr, gr)	kg	0,64799 · 10 <sup>-6</sup>
grau-force (Gr)	N	0,63646 · 10 <sup>-3</sup>
grande caloria (Cal, kcal)	J	4,1868 · 10 <sup>3</sup>
grano	kg	5 · 10 <sup>-5</sup>
grex	kg/m	10 <sup>-3</sup>
hand	m	0,1016
hantley	bit	3,32193
hectare (ha)	m <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>
henry internacional (1948)	H	1,000495
hyl	kg	9,80665 · 10 <sup>3</sup>
hyle	kg	1,00029 · 10 <sup>3</sup>
hoghead (hhd)	m <sup>3</sup>	0,208795
horsepower (HP)	W	745,6999
horsepower (U.K.) (HP)	W	745,7
horsepower boiler	W	9,80950 · 10 <sup>3</sup>
horsepower electric	W	746
horsepower water	W	746,043
hundredweight, long (cwt)	kg	50,8023
hundredweight, short (sh cwt)	kg	45,3592
inch (in)	m	0,0254
joule internacional (1948)	J	1,000285
karatro metrico	kg	2 · 10 <sup>-4</sup>
kayser	m <sup>-1</sup>	100
kiloderkin (kil)	m <sup>3</sup>	81,8296 · 10 <sup>-3</sup>
kilogramo força (kgf)	N	9,80665
kilopond (kp)	N	9,80665
kilopound (kip)	N	4,448222 · 10 <sup>3</sup>
kort (v. nodo)	—	—
koi	N/m <sup>2</sup>	6,894757 · 10 <sup>4</sup>
lekdyne	N	1
lembert (L)	cd/m <sup>2</sup>	3,183099 · 10 <sup>4</sup>
langley (ly)	J/m <sup>2</sup>	4,184 · 10 <sup>4</sup>
league (internacional, marina)	m	5,556 · 10 <sup>3</sup>
league, statute	m	4,828032 · 10 <sup>3</sup>
league (U.K., nautical)	m	5,556952 · 10 <sup>3</sup>
libbra (v. pound)	—	—
line (marina)	rad	π/18
line (artilheira) (—)	rad	π/3200
line m	0,635	0,635 · 10 <sup>-3</sup>

para converter	em	multiplicar por
link (surveyor's)	m	0,3048
link (li)	m	0,2011894
litro (l)	m <sup>3</sup>	10 <sup>-3</sup>
lusec	W	133,322 · 10 <sup>-9</sup>
lux (lx)	lm/m <sup>2</sup>	1
mache	Bq/m <sup>3</sup>	13,135 · 10 <sup>13</sup>
magn	F/m	8,86 · 10 <sup>4</sup> /π
maxwell (Mx, M)	Wb	10 <sup>-8</sup>
meru	rad/s	72,9208 · 10 <sup>4</sup>
metro de água (MH <sub>2</sub> O)	Pa	9,80665 · 10 <sup>3</sup>
micro	S	1
micron (μ) (") (= μmHg)	Pa	0,133322
milha marinha (internacional)	m	1852
milha marinha (italiano)	m	1851,85
milha geográfica	m	1855,4
mil	m	2,54 · 10 <sup>-3</sup>
mile, U.K. nautical	m	1853,184
mile, U.S. nautical	m	1852
mile, U.K. statute (mi)	m	1609,344
mile, U.S. statute	m	1609,343
milésimo convencional (**)	rad	3200/π
milímetro d'água (mmH <sub>2</sub> O)	Pa	9,80665
milímetro de mercúrio (mmHg)	Pa	133,322
minim (U.K.) (min)	m <sup>3</sup>	58,1938 · 10 <sup>-4</sup>
minim (U.S.) (min)	m <sup>3</sup>	61,61189 · 10 <sup>-4</sup>
minuto d'ângulo (')	rad	2,908882 · 10 <sup>-4</sup>
minuto solar médio (min)	s	60
minuto sidero	s	59,83617
murges	Pa · s/m <sup>3</sup>	9,80638 · 10 <sup>-3</sup>
natio (nepit, o nit)	bit	1,44269
nodo (internacional) (kt)	m/s	0,514444
no (imperial knot)	m/s	0,514772
no (admiralty knot)	m	1853,161
no (U.S. knot)	m/s	0,517491
número métrico	m/kg	10 <sup>3</sup>
oersted (Oe)	A/m	79,57747
ohm internacional	Ω	1,000495
ohm acústico	N · s/m <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>
ohm mecânico	N · s/m	—
uncia (v. ounce)	kg	—
hora solar média (h)	s	3,6 · 10 <sup>3</sup>
hora sidero	s	3,580170 · 10 <sup>3</sup>
ounce (avoirdupois) (oz)	N	0,2780139
ounce (avoirdupois)	kg	28,34952 · 10 <sup>-3</sup>
ounce, fluid (U.K.) (fl. oz)	m <sup>3</sup>	28,4131 · 10 <sup>-6</sup>
ounce, fluid (U.S.)	m <sup>3</sup>	29,5737 · 10 <sup>-6</sup>
ounce (troy, apothecaries) (oz tr)	kg	31,10348 · 10 <sup>-3</sup>
parsec (pc)	m	3,68374 · 10 <sup>16</sup>
peck (U.K.) (pk)	m <sup>3</sup>	9,09218 · 10 <sup>-3</sup>
peck (U.S.)	m <sup>3</sup>	8,809768 · 10 <sup>-3</sup>
pennyweight (dwt)	—	—
perch (v. rod)	—	—
perm (a 0 °C)	kg/N · s	5,72135 · 10 <sup>-11</sup>
perm (a 23 °C)	kg/N · s	5,74525 · 10 <sup>-11</sup>
perm (pm)	m	10 <sup>-4</sup>
phot (ph)	lm/m <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>
pica (pm)	Pa	4,217518 · 10 <sup>-3</sup>
pl' — (v. foot)	—	—
plase (pz)	Pa	10 <sup>3</sup>
pig	kg	25,4012
pint (U.K.) (pt)	m <sup>3</sup>	0,568281 · 10 <sup>-3</sup>
pint (U.S., dry)	m <sup>3</sup>	0,5506105 · 10 <sup>-3</sup>
pint (U.S., liquid)	m <sup>3</sup>	0,4731765 · 10 <sup>-3</sup>
point	m	0,3514598 · 10 <sup>-3</sup>
poise (P)	N · s/m <sup>2</sup>	0,1
pole (v. rod)	—	—
pollice (v. inch)	—	—
poncellet (p)	W	980,665
pound (p)	N	9,80665 · 10 <sup>3</sup>
pottle	m <sup>3</sup>	2,273043 · 10 <sup>-3</sup>
poend (avoirdupois) (lb)	N	4,448222
pound (avoirdupois)	N	0,4535924
pound (troy, apothecaries)	N	0,3732417
pul (pdl)	Pa	0,138255
pu	kg	6,894757 · 10 <sup>3</sup>
punchon (punch)	m <sup>3</sup>	0,32732
punto (pt)	m	0,376065 · 10 <sup>-3</sup>
quart (U.S., dry)	m <sup>3</sup>	1,101221 · 10 <sup>-3</sup>
quart (U.S., liquid) (U.S. qt)	m <sup>3</sup>	9,463529 · 10 <sup>-4</sup>

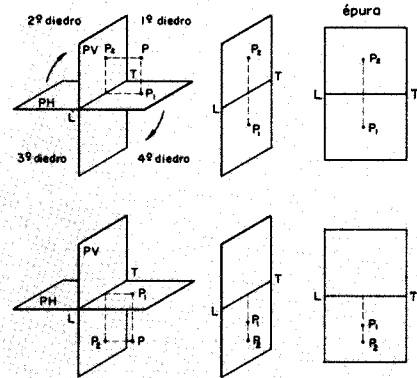
para converter	em	multiplicar por
quart (U.K.) (qt)	m <sup>3</sup>	1,1365 · 10 <sup>-3</sup>
quarter (qr)	m <sup>3</sup>	12,700688
quarter	m <sup>3</sup>	0,290950
quintal (q)	kg	100
rad (rd)	Gy	10 <sup>3</sup>
Raummeter (Rm)	m <sup>3</sup>	1
rayl	N · s/m <sup>2</sup>	1
rem	Gy	10 <sup>3</sup>
reyn	J/kg	97 · 10 <sup>-4</sup>
reyn	N · s/m <sup>2</sup>	6,8947
rhe	m <sup>2</sup> /N · s	10
rige (v. cicero)	—	—
rod	m	5,0292
rood	m <sup>2</sup>	1011,7124
rontgen (R)	C/kg	2,579780 · 10 <sup>-4</sup>
runlet (run)	m <sup>3</sup>	81,8296 · 10 <sup>-3</sup>
runtherford (rd)	Bq	10 <sup>4</sup>
sack	kg	101,605
scruple (s)	kg	1,295928 · 10 <sup>-3</sup>
scruple, fluid	m <sup>3</sup>	1,18368 · 10 <sup>-4</sup>
segundo de ângulo (")	rad	4,848137 · 10 <sup>-6</sup>
segundo sidero	s	0,9972096
shake	s	10 <sup>-8</sup>
short (sh, cwt, ctt)	kg	45,35924
siriometro	m	1,49586 · 10 <sup>11</sup>
slug	kg	14,59390
space	m	0,2286
stack	m <sup>3</sup>	3,0582144
stat (st)	Bq	13,431 · 10 <sup>4</sup>
stampe	A	3,33564 · 10 <sup>-18</sup>
statcoulomb	C	3,33564 · 10 <sup>-18</sup>
statfarad	F	1,11265 · 10 <sup>-18</sup>
statohm	Ω	8,987554 · 10 <sup>11</sup>
statvoltage	V	299,7925
sthen	N	100
sthene (sn)	N	10 <sup>3</sup>
stern (st, s)	m <sup>3</sup>	1
stib (st)	cd/m <sup>2</sup>	10 <sup>4</sup>
stoke (St)	m <sup>2</sup> /s	10 <sup>-4</sup>
stone (st)	kg	6,350294
tablespoon	m <sup>3</sup>	1,478676 · 10 <sup>-4</sup>
teaspoon	m <sup>3</sup>	4,928922 · 10 <sup>-5</sup>
termia (th)	J	4,1856 · 10 <sup>3</sup>
tex (tex)	g/m	10 <sup>-4</sup>
therm	J	1,055056 · 10 <sup>8</sup>
tierce	m <sup>3</sup>	0,19093
titolo ingles	ml/kg	0,59 · 10 <sup>-3</sup>
ton (di TNT) (T)	kg	4,2 · 10 <sup>9</sup>
ton (assay)	kg	29,16667 · 10 <sup>-3</sup>
ton, long (tn)	kg	1,016047 · 10 <sup>3</sup>
ton, short (sh, th)	kg	0,9071847 · 10 <sup>3</sup>
ton, register	m <sup>3</sup>	2,831895
ton, U.S. shipping	m <sup>3</sup>	1,1328
ton, U.K. shipping	m <sup>3</sup>	1,1804
tonelada (t)	kg	10 <sup>3</sup>
tonelada equivalente de petróleo (tep)	J	4,1868 · 10 <sup>8</sup>
torr	Pa	133,322
town ship	m <sup>2</sup>	9,323957 · 10 <sup>1</sup>
tun	m <sup>3</sup>	1,14661
unit pole	Wb	1,256637 · 10 <sup>-3</sup>
unidade astronômica (u.a.)	kg	1,49598 · 10 <sup>30</sup>
unidade de massa atômica (u)	—	—
unidade eletrostática (U.E.S.) ge:	—	—
capacidade (v. statfarad)	—	—
corrente (v. statampere)	—	—
indutância (v. stathenry)	—	—
resistência (v. statohm)	—	—
tensão (v. statvolt)	—	—
unidade X (UX)	m	1,00202 · 10 <sup>-3</sup>
unidade eletromagnética (U.E.M.) de:	—	—
capacidade (v. alfarad)	—	—
corrente (v. abampere)	—	—
indutância (v. abhenry)	—	—
resistência (v. abohm)	—	—
tensão (v. abvolt)	—	—
unidade X (UX)	m	1,00202 · 10 <sup>-3</sup>
volteletrone (v. elektronvolt)	—	—
volt internacional (1948)	V	1,00033
watt internacional (1948)	W	1,000166
wattora (Wh)	J	3,6 · 10 <sup>3</sup>
yard (yd)	m	0,9144

</

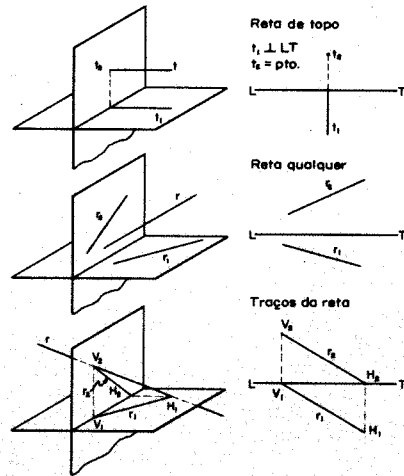
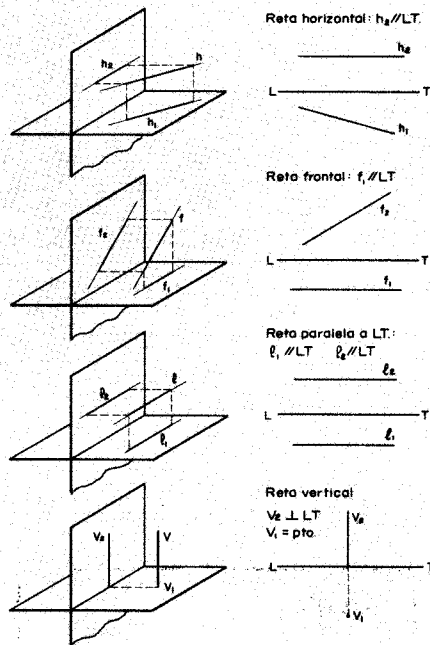
# GEOMETRIA DESCRITIVA

## PROJEÇÃO ORTOGONAL

$P_1$  = projeção horizontal de  $P$  = proj. no plano horizontal PH  
 $P_2$  = projeção vertical de  $P$  = projeção no plano vertical PV.

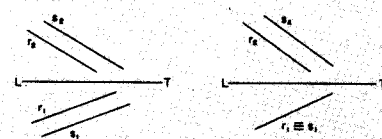


## RETAS



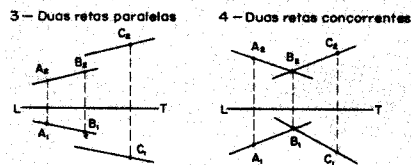
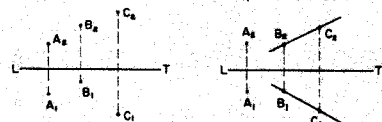
## PARALELISMO DE RETAS

Se duas retas são paralelas:  
1 - Suas projeções verticais são paralelas ou coincidentes.  
2 - Suas projeções horizontais são paralelas ou coincidentes.

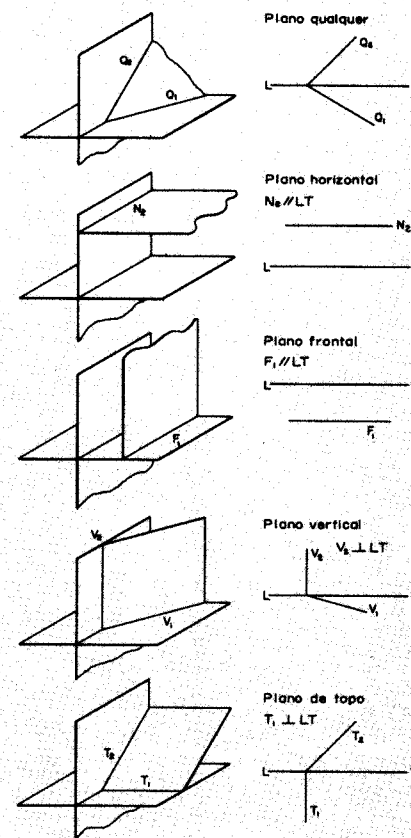


## PLANOS

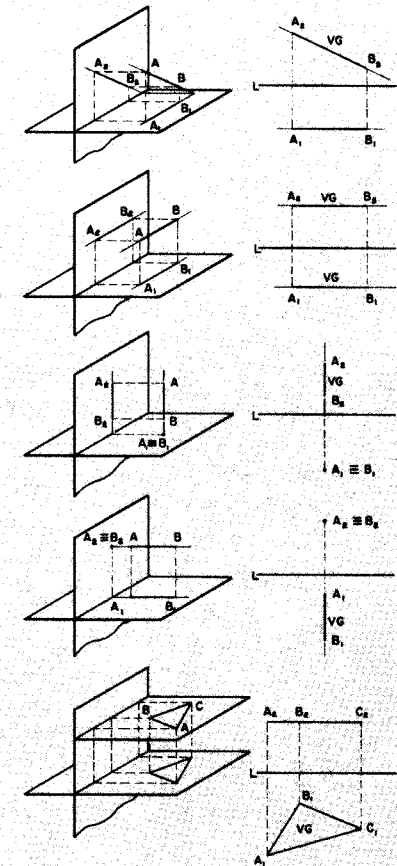
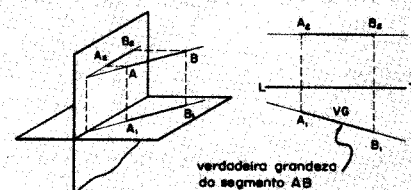
Um plano pode ser determinado por:  
1 - Três pontos não colineares  
2 - Uma reta e um ponto fora dela.



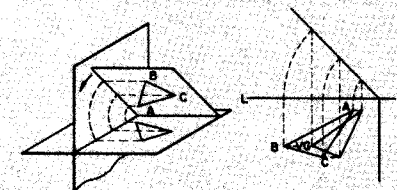
## PLANOS PRINCIPAIS

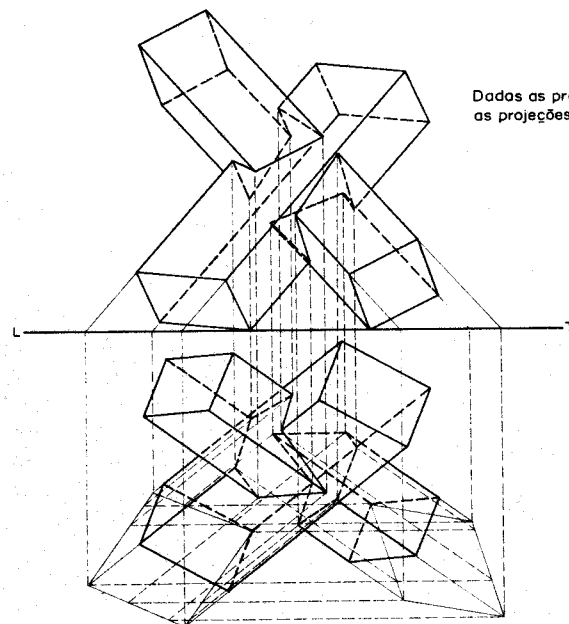


## VERDADEIRA GRANDEZA VG

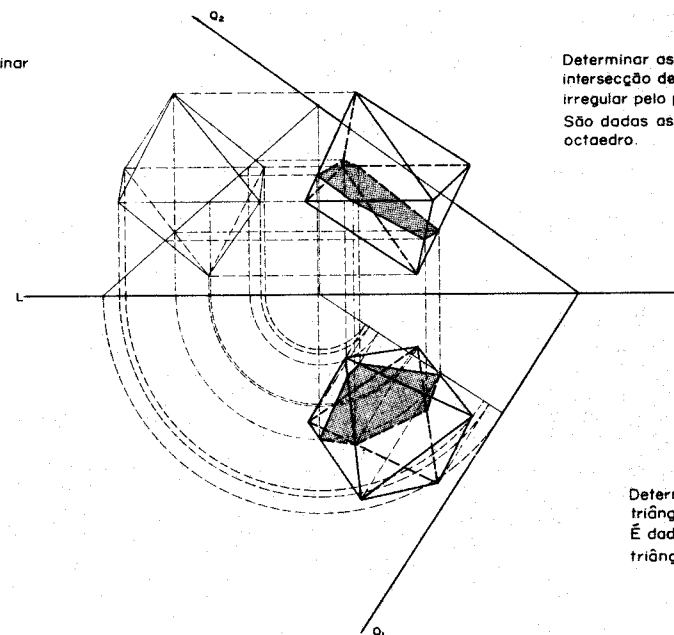


## REBATIMENTO (para obter a VG da figura)





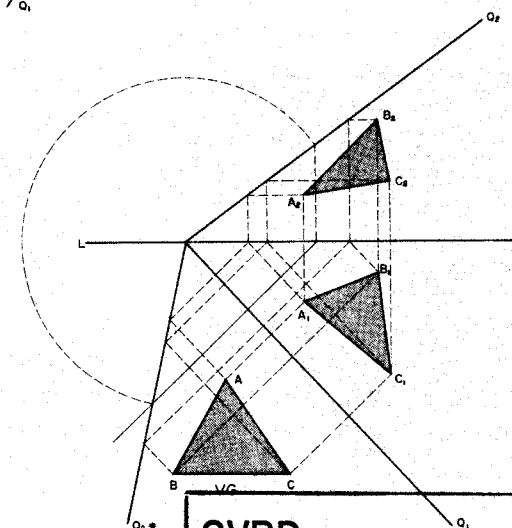
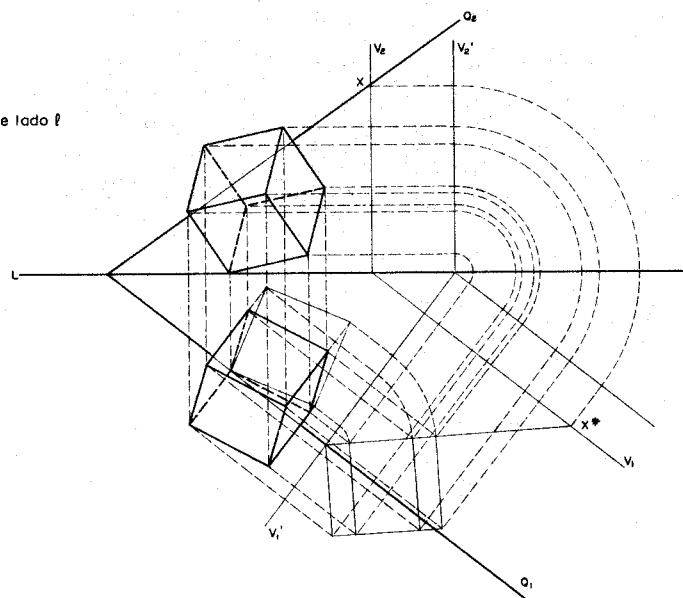
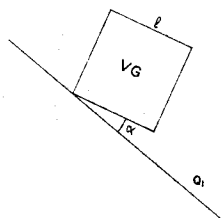
Dadas as projeções de dois prismas, determinar as projeções da intersecção.



Determinar as projeções da intersecção de um octaedro irregular pelo plano  $Q_1Q_2$ . São dadas as projeções do octaedro.

Determinar as projeções de um cubo de lado  $\ell$  sabendo-se que:

- uma face está sobre o plano  $Q_1Q_2$ .
- um vértice pertence ao traço  $Q_1$ .
- um lado forma um ângulo  $\alpha$  com o traço  $Q_1$ .

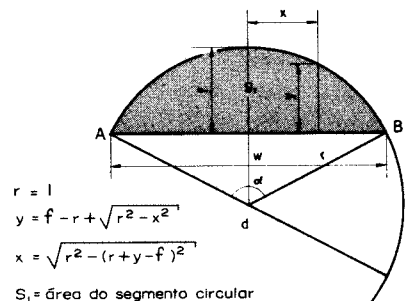


CVRD

SUFET

ARQUIVO TÉCNICO

# RELAÇÃO ENTRE OS ELEMENTOS DO CÍRCULO



comprimento da circunferência:  $C = 2\pi r = \pi d$

área do círculo:  $S = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$

arco  $\widehat{AB} = \frac{\pi r \alpha}{180^\circ}$

raio  $r = \frac{4 f^2 + w^2}{8 f}$

corda  $w = 2\sqrt{2 f r - f^2} = 2 r \sin \frac{\alpha}{2}$

flecha  $f = r - \frac{1}{2} \sqrt{4 r^2 - w^2} = \frac{w}{2} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{4} = 2 r \sin^2 \frac{\alpha}{4} = r + y - \sqrt{r^2 - x^2}$

diâmetro do círculo com perímetro igual ao de um quadrado de lado  $l$ :  $d = \frac{4l}{\pi}$

lado do quadrado de perímetro igual ao de um círculo  $l = \frac{\pi d}{4}$

diâmetro do círculo circunscrito no quadrado  $d = l\sqrt{2}$

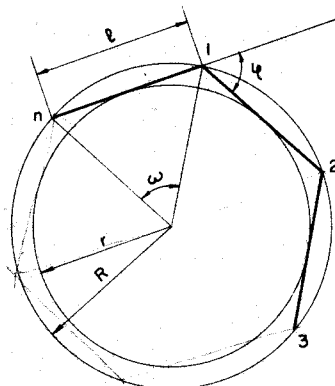
lado do quadrado inscrito no círculo  $l = \frac{d}{\sqrt{2}}$

diâmetro do círculo inscrito no quadrado  $d = l$

$\alpha^\circ$	$\widehat{AB}$	f	$\frac{\widehat{AB}}{f}$	w	$S_1$	$\alpha^\circ$	$\widehat{AB}$	f	$\frac{\widehat{AB}}{f}$	w	$S_1$	$\alpha^\circ$	$\widehat{AB}$	f	$\frac{\widehat{AB}}{f}$	w	$S_1$	$\alpha^\circ$	$\widehat{AB}$	f	$\frac{\widehat{AB}}{f}$	w	$S_1$
1	0,0175	0,0000	458,36	0,0175	0,00000	46	0,8029	0,0795	10,10	0,7815	0,04176	91	1,5882	0,2991	5,31	1,4265	0,29420	136	2,3736	0,6254	3,80	1,8544	0,83949
2	0,0349	0,0002	229,19	0,0349	0,00000	47	0,8203	0,0829	9,89	0,7975	0,04448	92	1,6057	0,3053	5,26	1,4387	0,30316	137	2,3911	0,6335	3,77	1,8608	0,85455
3	0,0524	0,0003	152,79	0,0524	0,00001	48	0,8378	0,0865	9,69	0,8135	0,04731	93	1,6232	0,3116	5,21	1,4507	0,31226	138	2,4086	0,6416	3,75	1,8672	0,86971
4	0,0698	0,0006	114,60	0,0698	0,00003	49	0,8552	0,0900	9,50	0,8294	0,05025	94	1,6406	0,3180	5,16	1,4627	0,32152	139	2,4260	0,6498	3,73	1,8733	0,88497
5	0,0873	0,0010	91,69	0,0872	0,00006	50	0,8727	0,0937	9,31	0,8452	0,05331	95	1,6580	0,3244	5,11	1,4746	0,33093	140	2,4435	0,6580	3,71	1,8794	0,90034
6	0,1047	0,0014	76,41	0,1047	0,00010	51	0,8901	0,0974	9,14	0,8610	0,05649	96	1,6755	0,3309	5,06	1,4863	0,34050	141	2,4609	0,6662	3,69	1,8853	0,91590
7	0,1222	0,0019	64,01	0,1221	0,00015	52	0,9076	0,1012	8,97	0,8767	0,05978	97	1,6930	0,3374	5,02	1,4979	0,35021	142	2,4784	0,6744	3,67	1,8910	0,93135
8	0,1396	0,0024	56,01	0,1395	0,00023	53	0,9250	0,1051	8,80	0,8924	0,06319	98	1,7104	0,3439	4,97	1,5094	0,36008	143	2,4958	0,6827	3,66	1,8966	0,94700
9	0,1571	0,0031	60,96	0,1569	0,00032	54	0,9425	0,1090	8,65	0,9080	0,06673	99	1,7279	0,3506	4,93	1,5208	0,37009	144	2,5133	0,6910	3,64	1,9021	0,96174
10	0,1745	0,0038	45,87	0,1743	0,00044	55	0,9599	0,1130	8,49	0,9235	0,07039	100	1,7453	0,3572	4,89	1,5321	0,38026	145	2,5307	0,6993	3,62	1,9074	0,97858
11	0,1920	0,0046	41,70	0,1917	0,00059	56	0,9774	0,1171	8,35	0,9389	0,07417	101	1,7628	0,3639	4,84	1,5432	0,39058	146	2,5482	0,7076	3,60	1,9126	0,99449
12	0,2094	0,0055	38,23	0,2091	0,00076	57	0,9948	0,1212	8,21	0,9543	0,07808	102	1,7802	0,3707	4,80	1,5543	0,40104	147	2,5656	0,7160	3,58	1,9176	1,01050
13	0,2269	0,0064	35,28	0,2264	0,00097	58	1,0123	0,1254	8,07	0,9696	0,08212	103	1,7977	0,3775	4,76	1,5652	0,41166	148	2,5831	0,7244	3,57	1,9225	1,02658
14	0,2443	0,0075	32,78	0,2437	0,00121	59	1,0297	0,1296	7,94	0,9848	0,08629	104	1,8151	0,3843	4,72	1,5760	0,42242	149	2,6005	0,7328	3,55	1,9273	1,04275
15	0,2618	0,0086	30,60	0,2611	0,00149	60	1,0472	0,1340	7,81	1,0000	0,09059	105	1,8326	0,3912	4,68	1,5867	0,43333	150	2,6180	0,7412	3,53	1,9319	1,05900
16	0,2793	0,0097	28,04	0,2783	0,00181	61	1,0647	0,1384	7,69	1,0151	0,09502	106	1,8500	0,3982	4,65	1,5973	0,44439	151	2,6354	0,7496	3,52	1,9363	1,07532
17	0,2967	0,0110	27,01	0,2956	0,00217	62	1,0821	0,1428	7,56	1,0301	0,09958	107	1,8675	0,4052	4,61	1,6077	0,45560	152	2,6529	0,7581	3,50	1,9406	1,09171
18	0,3142	0,0123	25,35	0,3129	0,00257	63	1,0996	0,1474	7,46	1,0450	0,10428	108	1,8850	0,4122	4,57	1,6180	0,46695	153	2,6704	0,7666	3,48	1,9447	1,10818
19	0,3316	0,0137	24,17	0,3301	0,00302	64	1,1170	0,1520	7,35	1,0598	0,10911	109	1,9024	0,4193	4,54	1,6282	0,47845	154	2,6878	0,7750	3,47	1,9487	1,12472
20	0,3491	0,0152	22,98	0,3473	0,00352	65	1,1345	0,1566	7,24	1,0746	0,11408	110	1,9199	0,4264	4,50	1,6383	0,49008	155	2,7053	0,7836	3,45	1,9526	1,14132
21	0,3665	0,0167	21,95	0,3645	0,00408	66	1,1519	0,1613	7,14	1,0893	0,11919	111	1,9373	0,4336	4,47	1,6483	0,50187	156	2,7227	0,7921	3,44	1,9563	1,15799
22	0,3840	0,0184	20,80	0,3816	0,00468	67	1,1694	0,1661	7,04	1,1039	0,12443	112	1,9548	0,4408	4,43	1,6581	0,51379	157	2,7402	0,8006	3,42	1,9598	1,17472
23	0,4014	0,0201	20,00	0,3987	0,00535	68	1,1868	0,1710	6,94	1,1184	0,12982	113	1,9722	0,4481	4,40	1,6678	0,52586	158	2,7576	0,8092	3,41	1,9633	1,19151
24	0,4189	0,0219	19,17	0,4158	0,00607	69	1,2043	0,1759	6,85	1,1328	0,13535	114	1,9897	0,4554	4,37	1,6773	0,53807	159	2,7751	0,8178	3,39	1,9665	1,20835
25	0,4363	0,0237	18,47	0,4329	0,00686	70	1,2217	0,1808	6,76	1,1472	0,14102	115	2,0071	0,4627	4,34	1,6868	0,55041	160	2,7925	0,8264	3,38	1,9696	1,22525
26	0,4538	0,0256	17,71	0,4499	0,00771	71	1,2392	0,1859	6,67	1,1614	0,14683	116	2,0246	0,4701	4,31	1,6961	0,56289	161	2,8100	0,8350	3,37	1,9726	1,24221
27	0,4712	0,0276	17,06	0,4669	0,00862	72	1,2566	0,1910	6,58	1,1756	0,15279	117	2,0420	0,4775	4,28	1,7053	0,57551	162	2,8274	0,8436	3,35	1,9754	1,25921
28	0,4887	0,0297	16,45	0,4838	0,00961	73	1,2741	0,1961	6,50	1,1896	0,15889	118	2,0595	0,4850	4,25	1,7143	0,58827	163	2,8449	0,8522	3,34	1,9780	1,27626
29	0,5061	0,0319	15,89	0,5008	0,01067	74	1,2915	0,2014	6,41	1,2036	0,16514	119	2,0769	0,4925	4,22	1,7233	0,60116	164	2,8623	0,8608	3,33	1,9805	1,29335
30	0,5236	0,0341	15,37	0,5176	0,01180	75	1,3090	0,2066	6,34	1,2175	0,17154	120	2,0944	0,5000	4,19	1,7321	0,61418	165	2,8798	0,8695	3,31	1,9829	1,31049
31	0,5411	0,0364	14,88	0,5345	0,01301	76	1,3265	0,2120	6,26	1,2312	0,17808	121	2,1118	0,5076	4,16	1,7407	0,62734	166	2,8972	0,8781	3,30	1,9851	1,32766
32	0,5585	0,0387	14,42	0,5512	0,01429	77	1,3439	0,2174	6,18	1,2450	0,18477	122	2,1293	0,5152	4,13	1,7492	0,64063	167	2,9147	0,8868	3,28	1,9871	1,34487
33	0,5760	0,0412	13,99	0,5680	0,01566	78	1,3614	0,2229	6,11	1,2586	0,19160	123	2,1468	0,5228	4,11	1,7576	0,65404	168	2,9322	0,8955	3,27	1,9890	1,36212
34	0,5934	0,0437	13,58	0,5847	0,01711	79	1,3788	0,2284	6,04	1,2722	0,19859	124	2,1642	0,5305	4,08	1,7659	0,66759	169	2,9496	0,9042	3,26	1,9908	1,37940
35	0,6109	0,0463	13,20	0,6014	0,01864	80	1,3963	0,2340	5,97	1,2856	0,20573	125	2,1817	0,5383	4,05	1,7740	0,68125	170	2,9671	0,9128	3,25	1,9924	1,39671
36	0,6283	0,0489	12,84	0,6180	0,02027	81	1,4137	0,2396	5,90	1,2989	0,21301	126	2,1991	0,5460	4,03	1,7820	0,69505	171	2,9845	0,9215	3,24	1,9938	1,41404
37	0,6458	0,0517	12,50	0,6346	0,02198	82	1,4312	0,2453	5,83	1,3121	0,22045	127	2,2166	0,5538	4,00	1,7899	0,70897	172	3,0020	0,9302	3,23	1,9951	1,43140
38	0,6632	0,0545	12,17	0,6511	0,02378	83	1,4486	0,2510	5,77	1,3252	0,22804	128	2,2340	0,5616	3,98	1,7976	0,72301	173	3,0194	0,9390	3,22	1,9963	1,44878
39	0,6807	0,0574	11,87	0,6676	0,02568	84	1,4661	0,2569	5,71	1,3383	0,23578	129	2,2515	0,5695	3,95	1,8052	0,73716	174	3,0369	0,9477	3,20	1,9973	1,46617
40	0,6981	0,0603	11,58	0,6840	0,02767	85	1,4835	0,2627	5,65	1,3512	0,24367	130	2,2689	0,5774	3,93	1,8126	0,75144	175	3,0543	0,9564	3,19	1,9981	1,48359
41	0,7156	0,0633	11,30	0,7004	0,02976	86	1,5010	0,2686	5,59	1,3640	0,25171	131	2,2864	0,5853	3,91	1,8199	0,76584	176	3,0718	0,9651	3,18	1,9988	1,50101
42	0,7330	0,0664	11,04	0,7167	0,03195	87	1,5184	0,2746	5,53	1,3767	0,25990	132	2,3038	0,5933	3,88	1,8271	0,78034	177	3,0892	0,9738	3,17	1,9993	1,51845
43	0,7505	0,0696	10,78	0,7330	0,03425	88	1,5359	0,2807	5,47	1,3893	0,26825	133	2,3213	0,6013	3,86	1,8341	0,79497	178	3,1067	0,9825	3,16	1,9997	1,53589
44	0,7679	0,0728	10,55	0,7492	0,03664	89	1,5533	0,2867	5,42	1,4018	0,27675	134	2,3387	0,6093	3,84	1,8410	0,80970	179	3,1241	0,9913	3,15	1,9999	1,55334
45	0,7854	0,0761	10,32	0,7654	0,03915	90	1,5708	0,2929	5,36	1,4													

# DIVISÃO DA CIRCUNFERÊNCIA

R = 1



n = nº de lados

p = perímetro

l = lado do polígono

ω = ângulo central

φ = ângulo externo

r = raio da circunferência inscrita

R = raio da circunferência circunscrita

S = área do polígono

$$l = 2R \sin \frac{180^\circ}{n} = 2r \operatorname{tg} \frac{180^\circ}{n}$$

$$p = n l = 2 n R \sin \frac{180^\circ}{n} = 2 n r \operatorname{tg} \frac{180^\circ}{n}$$

$$R = \frac{l}{2 \sin \frac{180^\circ}{n}} = \frac{r}{\cos \frac{180^\circ}{n}}$$

$$r = \frac{l}{2} \cotg \frac{180^\circ}{n} = R \cos \frac{180^\circ}{n}$$

$$S = \frac{n}{2} R^2 \sin \frac{360^\circ}{n} = n r^2 \operatorname{tg} \frac{180^\circ}{n} = n \frac{l^2}{4} \cotg \frac{180^\circ}{n} = \frac{p r}{2}$$

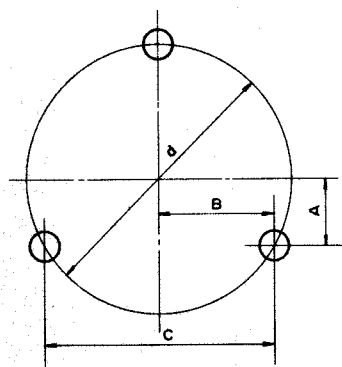
$$\omega = \frac{360^\circ}{n}$$

$$\varphi = \omega$$

$$l = 2 \sqrt{R^2 - r^2}$$

n	S/l <sup>2</sup>	S/R <sup>2</sup>	S/r <sup>2</sup>	R/l	R/r	l/r	r/R	r/l
3	0,4330	1,2990	5,1962	0,5774	2,0000	3,4641	0,5000	0,2887
4	1,0000	2,0000	4,0000	0,7071	1,4142	2,0000	0,7071	0,5000
5	1,7205	2,3776	3,6327	0,8507	1,2361	1,4531	0,8090	0,6882
6	2,5981	2,5981	3,4641	1,0000	1,1547	1,1547	0,8660	0,8660
7	3,6339	2,7364	3,3710	1,1524	1,1099	0,9631	0,9010	1,0383
8	4,8284	2,8284	3,3137	1,3066	1,0824	0,8284	0,9239	1,2071
9	6,1818	2,8925	3,2757	1,4619	1,0642	0,7279	0,9397	1,3737
10	7,6942	2,9389	3,2492	1,6180	1,0515	0,6498	0,9511	1,5388
12	11,196	3,0000	3,2154	1,9319	1,0353	0,5359	0,9659	1,8660
15	17,642	3,0505	3,1883	2,4049	1,0223	0,4251	0,9781	2,3523
16	20,109	3,0615	3,1826	2,5629	1,0196	0,3978	0,9808	2,5137
20	31,569	3,0902	3,1677	3,1967	1,0125	0,3168	0,9877	3,1569
24	45,575	3,1058	3,1597	3,8306	1,0086	0,2633	0,9914	3,7979
32	81,225	3,1214	3,1517	5,1011	1,0048	0,1970	0,9952	5,0766
48	183,08	3,1316	3,1461	7,6449	1,0021	0,1311	0,9979	7,6285
64	325,69	3,1365	3,1441	10,190	1,0012	0,0983	0,9988	10,178

n	ω	l	n	ω	l
1	.....	.....	51	7° 03'	0,1231
2	180° 00'	2,0000	52	6° 58'	0,1207
3	120° 00'	1,7321	53	6° 47'	0,1184
4	90° 00'	1,4142	54	6° 40'	0,1164
5	72° 00'	1,1756	55	6° 32'	0,1143
6	60° 00'	1,0000	56	6° 25'	0,1122
7	51° 25'	0,8678	57	6° 18'	0,1103
8	45° 00'	0,7654	58	6° 12'	0,1084
9	40° 00'	0,6840	59	6° 06'	0,1064
10	36° 00'	0,6180	60	6° 00'	0,1047
11	32° 43'	0,5635	61	5° 54'	0,1030
12	30° 00'	0,5176	62	5° 48'	0,1014
13	27° 41'	0,4780	63	5° 42'	0,0996
14	25° 42'	0,4460	64	5° 37'	0,0982
15	24° 00'	0,4158	65	5° 32'	0,0967
16	22° 30'	0,3902	66	5° 27'	0,0951
17	21° 10'	0,3676	67	5° 22'	0,0937
18	20° 00'	0,3473	68	5° 17'	0,0923
19	18° 56'	0,3292	69	5° 13'	0,0911
20	18° 00'	0,3129	70	5° 08'	0,0897
21	17° 09'	0,2980	71	5° 04'	0,0884
22	16° 21'	0,2846	72	5° 00'	0,0872
23	15° 39'	0,2793	73	4° 56'	0,0860
24	15° 00'	0,2611	74	4° 51'	0,0848
25	14° 24'	0,2507	75	4° 48'	0,0837
26	13° 50'	0,2411	76	4° 44'	0,0827
27	13° 20'	0,2321	77	4° 40'	0,0816
28	12° 51'	0,2240	78	4° 36'	0,0806
29	12° 24'	0,2162	79	4° 33'	0,0795
30	12° 00'	0,2091	80	4° 30'	0,0785
31	11° 36'	0,2023	81	4° 29'	0,0775
32	11° 15'	0,1961	82	4° 23'	0,0766
33	10° 54'	0,1901	83	4° 20'	0,0757
34	10° 36'	0,1846	84	4° 17'	0,0748
35	10° 17'	0,1793	85	4° 14'	0,0740
36	10° 00'	0,1748	86	4° 11'	0,0731
37	9° 43'	0,1697	87	4° 08'	0,0722
38	9° 28'	0,1652	88	4° 05'	0,0714
39	9° 13'	0,1609	89	4° 02'	0,0706
40	9° 00'	0,1589	90	4° 00'	0,0698
41	8° 46'	0,1531	91	3° 57'	0,0691
42	8° 34'	0,1494	92	3° 54'	0,0684
43	8° 22'	0,1459	93	3° 52'	0,0675
44	8° 10'	0,1426	94	3° 49'	0,0668
45	8° 00'	0,1396	95	3° 47'	0,0661
46	7° 49'	0,1365	96	3° 45'	0,0656
47	7° 39'	0,1336	97	3° 42'	0,0648
48	7° 30'	0,1308	98	3° 40'	0,0641
49	7° 20'	0,1282	99	3° 38'	0,0635
50	7° 12'	0,1256	100	3° 36'	0,0628

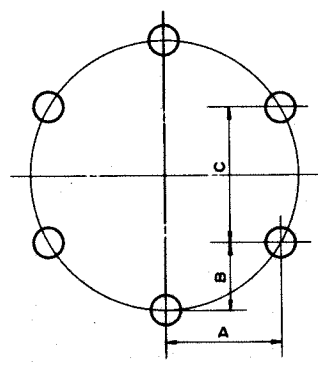
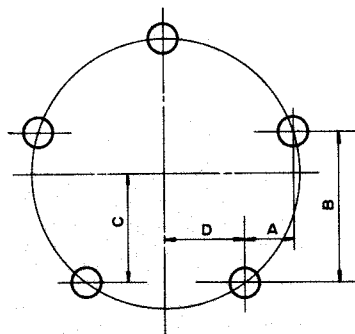


**3 FUROS**

A = 0,25000 d  
B = 0,43301 d  
C = 0,86603 d

**5 FUROS**

A = 0,18164 d  
B = 0,55902 d  
C = 0,40451 d  
D = 0,29389 d

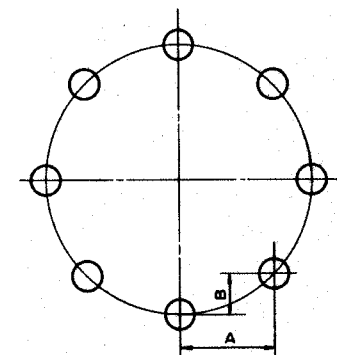
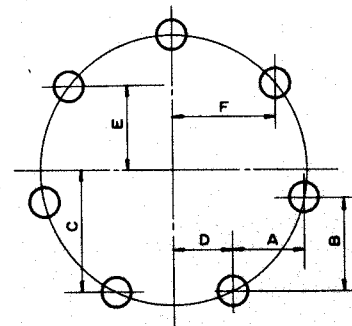


**6 FUROS**

A = 0,43301 d  
B = 0,25000 d  
C = 0,50000 d

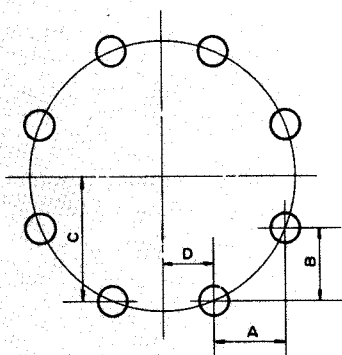
**7 FUROS**

A = 0,27052 d  
B = 0,33922 d  
C = 0,45049 d  
D = 0,21694 d  
E = 0,31175 d  
F = 0,39092 d



**8 FUROS**

A = 0,35355 d  
B = 0,14645 d

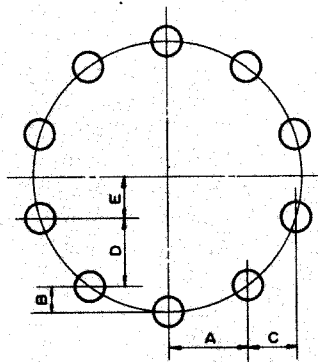
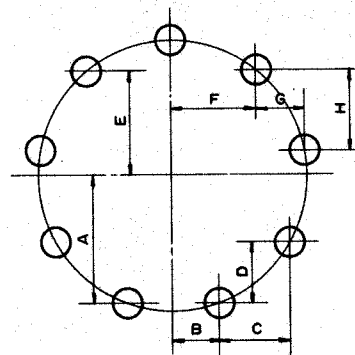


**8 FUROS**

A = 0,27059 d  
B = 0,27059 d  
C = 0,46194 d  
D = 0,19134 d

**9 FUROS**

A = 0,46985 d  
B = 0,17101 d  
C = 0,26201 d  
D = 0,21985 d  
E = 0,38302 d  
F = 0,32139 d  
G = 0,17101 d  
H = 0,29620 d

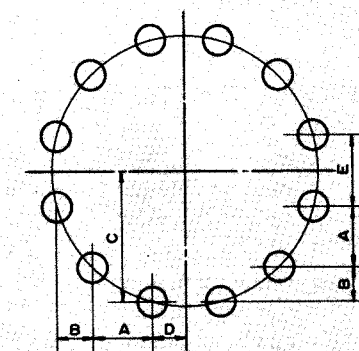
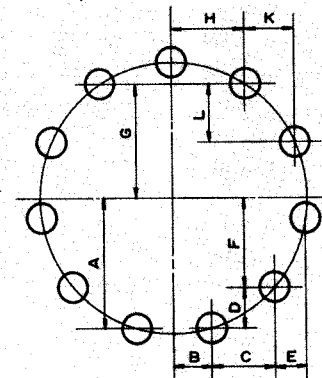


**10 FUROS**

A = 0,29389 d  
B = 0,09549 d  
C = 0,18164 d  
D = 0,25000 d  
E = 0,15451 d

**11 FUROS**

A = 0,47975 d  
B = 0,14087 d  
C = 0,23700 d  
D = 0,15231 d  
E = 0,11704 d  
F = 0,25627 d  
G = 0,42063 d  
H = 0,27032 d  
K = 0,18449 d  
L = 0,21291 d



**12 FUROS**

A = 0,22415 d  
B = 0,12941 d  
C = 0,48296 d  
D = 0,12941 d  
E = 0,25882 d

# CONVERSÃO DE GRAUS EM RADIANO

graus	DÉCIMOS DE GRAUS									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
0	0,0000	0,0017	0,0035	0,0052	0,0070	0,0087	0,0105	0,0122	0,0140	0,0157
1	0,0175	0,0192	0,0209	0,0227	0,0244	0,0262	0,0279	0,0297	0,0314	0,0332
2	0,0349	0,0367	0,0384	0,0401	0,0419	0,0436	0,0454	0,0471	0,0489	0,0506
3	0,0524	0,0541	0,0559	0,0576	0,0593	0,0611	0,0628	0,0646	0,0663	0,0681
4	0,0698	0,0716	0,0733	0,0750	0,0768	0,0785	0,0803	0,0820	0,0838	0,0855
5	0,0873	0,0890	0,0908	0,0925	0,0942	0,0960	0,0977	0,0995	0,1012	0,1030
6	0,1047	0,1065	0,1082	0,1100	0,1117	0,1134	0,1152	0,1169	0,1187	0,1204
7	0,1222	0,1239	0,1257	0,1274	0,1292	0,1309	0,1326	0,1344	0,1361	0,1379
8	0,1396	0,1414	0,1431	0,1449	0,1466	0,1484	0,1501	0,1518	0,1536	0,1553
9	0,1571	0,1588	0,1606	0,1641	0,1641	0,1658	0,1676	0,1693	0,1710	0,1728
10	0,1745	0,1763	0,1780	0,1798	0,1815	0,1833	0,1850	0,1868	0,1885	0,1902
11	0,1920	0,1937	0,1955	0,1972	0,1990	0,2007	0,2025	0,2042	0,2059	0,2077
12	0,2094	0,2112	0,2129	0,2147	0,2164	0,2182	0,2199	0,2217	0,2234	0,2251
13	0,2269	0,2286	0,2304	0,2321	0,2339	0,2356	0,2374	0,2391	0,2409	0,2426
14	0,2443	0,2461	0,2478	0,2496	0,2513	0,2531	0,2548	0,2566	0,2583	0,2601
15	0,2618	0,2635	0,2653	0,2670	0,2688	0,2705	0,2723	0,2740	0,2758	0,2775
16	0,2793	0,2810	0,2827	0,2845	0,2862	0,2880	0,2897	0,2915	0,2932	0,2950
17	0,2967	0,2985	0,3002	0,3019	0,3037	0,3054	0,3072	0,3089	0,3107	0,3124
18	0,3142	0,3159	0,3176	0,3194	0,3211	0,3229	0,3246	0,3264	0,3281	0,3299
19	0,3316	0,3334	0,3351	0,3368	0,3386	0,3403	0,3421	0,3438	0,3456	0,3473
20	0,3491	0,3508	0,3526	0,3543	0,3560	0,3578	0,3595	0,3613	0,3630	0,3648
21	0,3665	0,3683	0,3700	0,3718	0,3735	0,3752	0,3770	0,3787	0,3805	0,3822
22	0,3840	0,3857	0,3875	0,3892	0,3910	0,3927	0,3944	0,3962	0,3979	0,3997
23	0,4014	0,4032	0,4049	0,4067	0,4084	0,4102	0,4119	0,4136	0,4154	0,4171
24	0,4189	0,4206	0,4224	0,4241	0,4259	0,4276	0,4294	0,4311	0,4328	0,4346
25	0,4363	0,4381	0,4398	0,4416	0,4433	0,4451	0,4468	0,4485	0,4503	0,4520
26	0,4538	0,4555	0,4573	0,4590	0,4608	0,4625	0,4643	0,4660	0,4677	0,4695
27	0,4712	0,4730	0,4747	0,4765	0,4782	0,4800	0,4817	0,4835	0,4852	0,4869
28	0,4887	0,4904	0,4922	0,4939	0,4957	0,4974	0,4992	0,5009	0,5027	0,5044
29	0,5061	0,5079	0,5096	0,5114	0,5131	0,5149	0,5166	0,5184	0,5201	0,5219
30	0,5236	0,5253	0,5271	0,5288	0,5306	0,5323	0,5341	0,5358	0,5376	0,5393
31	0,5411	0,5428	0,5445	0,5463	0,5480	0,5498	0,5515	0,5533	0,5550	0,5568
32	0,5585	0,5603	0,5620	0,5637	0,5655	0,5672	0,5690	0,5707	0,5725	0,5742
33	0,5760	0,5777	0,5794	0,5812	0,5829	0,5847	0,5864	0,5882	0,5899	0,5917
34	0,5934	0,5952	0,5969	0,5986	0,6004	0,6021	0,6039	0,6056	0,6074	0,6091
35	0,6109	0,6126	0,6144	0,6161	0,6178	0,6196	0,6213	0,6231	0,6248	0,6266
36	0,6283	0,6301	0,6318	0,6336	0,6353	0,6370	0,6388	0,6405	0,6423	0,6440
37	0,6458	0,6475	0,6493	0,6510	0,6528	0,6545	0,6562	0,6580	0,6597	0,6615
38	0,6632	0,6650	0,6667	0,6685	0,6702	0,6720	0,6737	0,6754	0,6772	0,6789
39	0,6807	0,6824	0,6842	0,6859	0,6877	0,6894	0,6912	0,6929	0,6946	0,6964
40	0,6981	0,6999	0,7016	0,7034	0,7051	0,7069	0,7086	0,7103	0,7121	0,7138
41	0,7156	0,7173	0,7191	0,7208	0,7226	0,7243	0,7261	0,7278	0,7295	0,7313
42	0,7330	0,7348	0,7365	0,7383	0,7400	0,7418	0,7435	0,7453	0,7470	0,7487
43	0,7505	0,7522	0,7540	0,7557	0,7575	0,7592	0,7610	0,7627	0,7645	0,7662
44	0,7679	0,7697	0,7714	0,7732	0,7749	0,7767	0,7784	0,7802	0,7819	0,7837
45	0,7854	0,7871	0,7889	0,7906	0,7924	0,7941	0,7959	0,7976	0,7994	0,8011
graus	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'
MINUTOS										

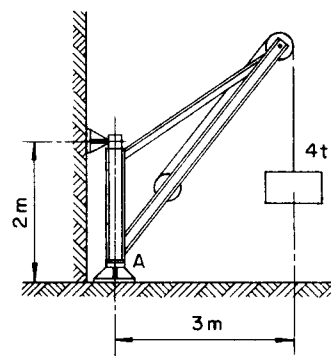
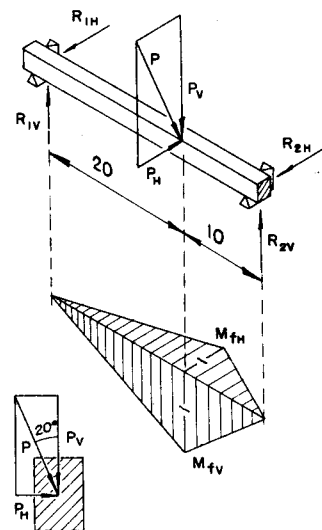
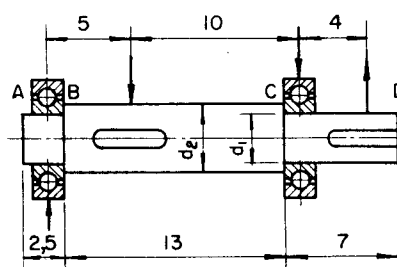
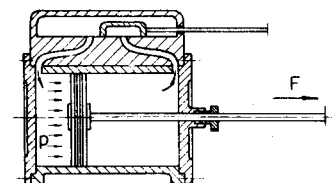
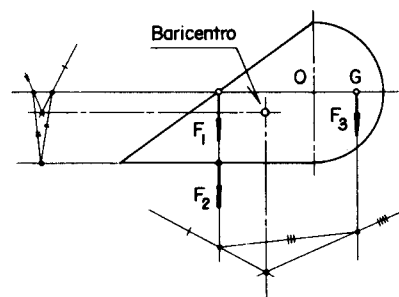
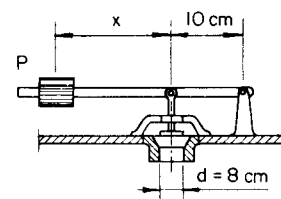
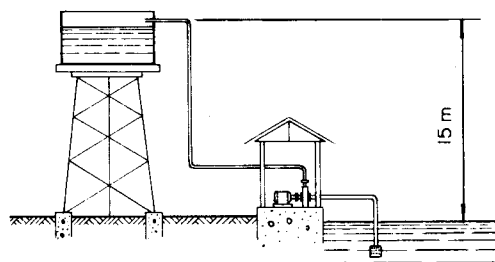
graus	DÉCIMOS DE GRAUS									
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
45	0,7854	0,7871	0,7889	0,7906	0,7924	0,7941	0,7959	0,7976	0,7994	0,8011
46	0,8029	0,8046	0,8063	0,8081	0,8098	0,8116	0,8133	0,8151	0,8168	0,8186
47	0,8203	0,8221	0,8238	0,8255	0,8273	0,8290	0,8308	0,8325	0,8343	0,8360
48	0,8378	0,8395	0,8412	0,8430	0,8447	0,8465	0,8482	0,8500	0,8517	0,8535
49	0,8552	0,8570	0,8587	0,8604	0,8622	0,8639	0,8657	0,8674	0,8692	0,8709
50	0,8727	0,8744	0,8762	0,8779	0,8796	0,8814	0,8831	0,8849	0,8866	0,8884
51	0,8901	0,8919	0,8936	0,8954	0,8971	0,8988	0,9006	0,9023	0,9041	0,9058
52	0,9076	0,9093	0,9111	0,9128	0,9146	0,9163	0,9180	0,9198	0,9215	0,9233
53	0,9250	0,9268	0,9285	0,9303	0,9320	0,9338	0,9355	0,9372	0,9390	0,9407
54	0,9425	0,9442	0,9460	0,9477	0,9495	0,9512	0,9529	0,9547	0,9564	0,9582
55	0,9599	0,9617	0,9634	0,9652	0,9669	0,9687	0,9704	0,9721	0,9739	0,9756
56	0,9774	0,9791	0,9809	0,9826	0,9844	0,9861	0,9879	0,9896	0,9913	0,9931
57	0,9948	0,9966	0,9983	1,0001	1,0018	1,0036	1,0053	1,0071	1,0088	1,0105
58	1,0123	1,0140	1,0158	1,0175	1,0193	1,0210	1,0228	1,0245	1,0263	1,0280
59	1,0297	1,0315	1,0332	1,0350	1,0367	1,0385	1,0402	1,0420	1,0437	1,0455
60	1,0472	1,0489	1,0507	1,0524	1,0542	1,0559	1,0577	1,0594	1,0612	1,0629
61	1,0647	1,0664	1,0681	1,0699	1,0716	1,0734	1,0751	1,0769	1,0786	1,0804
62	1,0821	1,0838	1,0856	1,0873	1,0891	1,0908	1,0926	1,0943	1,0961	1,0978
63	1,0996	1,1013	1,1030	1,1048	1,1065	1,1083	1,1100	1,1118	1,1135	1,1153
64	1,1170	1,1188	1,1205	1,1222	1,1240	1,1257	1,1275	1,1292	1,1310	1,1327
65	1,1345	1,1362	1,1380	1,1397	1,1414	1,1432	1,1449	1,1467	1,1484	1,1502
66	1,1519	1,1537	1,1554	1,1572	1,1589	1,1606	1,1624	1,1641	1,1659	1,1676
67	1,1694	1,1711	1,1729	1,1746	1,1764	1,1781	1,1798	1,1816	1,1833	1,1851
68	1,1868	1,1886	1,1903	1,1921	1,1938	1,1956	1,1973	1,1990	1,2008	1,2025
69	1,2043	1,2060	1,2078	1,2095	1,2113	1,2130	1,2147	1,2165	1,2182	1,2200
70	1,2217	1,2235	1,2252	1,2270	1,2287	1,2305	1,2322	1,2339	1,2357	1,2374
71	1,2392	1,2409	1,2427	1,2444	1,2462	1,2479	1,2497	1,2514	1,2531	1,2549
72	1,2566	1,2584	1,2601	1,2619	1,2636	1,2654	1,2671	1,2689	1,2706	1,2723
73	1,2741	1,2758	1,2776	1,2793	1,2811	1,2828	1,2846	1,2863	1,2881	1,2898
74	1,2915	1,2933	1,2950	1,2968	1,2985	1,3003	1,3020	1,3038	1,3055	1,3073
75	1,3090	1,3107	1,3125	1,3142	1,3160	1,3177	1,3195	1,3212	1,3230	1,3247
76	1,3275	1,3292	1,3310	1,3327	1,3344	1,3362	1,3379	1,3397	1,3414	1,3432
77	1,3439	1,3456	1,3474	1,3491	1,3509	1,3526	1,3544	1,3561	1,3579	1,3596
78	1,3614	1,3631	1,3648	1,3666	1,3683	1,3701	1,3718	1,3736	1,3753	1,3771
79	1,3788	1,3806	1,3823	1,3840	1,3858	1,3875	1,3893	1,3910	1,3928	1,3945
80	1,3963	1,3980	1,3998	1,4015	1,4032	1,4050	1,4067	1,4085	1,4102	1,4120
81	1,4137	1,4155	1,4172	1,4190	1,4207	1,4224	1,4242	1,4259	1,4277	1,4294
82	1,4312	1,4329	1,4347	1,4364	1,4382	1,4399	1,4416	1,4434	1,4451	1,4469
83	1,4486	1,4504	1,4521	1,4539	1,4556	1,4573	1,4591	1,4608	1,4626	1,4643
84	1,4661	1,4678	1,4696	1,4713	1,4731	1,4748	1,4765	1,4783	1,4800	1,4818
85	1,4835	1,4853	1,4870	1,4888	1,4905	1,4923	1,4940	1,4957	1,4975	1,4992
86	1,5010	1,5027	1,5045	1,5062	1,5080	1,5097	1,5115	1,5132	1,5149	1,5167
87	1,5184	1,5202	1,5219	1,5237	1,5254	1,5272	1,5289	1,5307	1,5324	1,5341
88	1,5359	1,5376	1,5394	1,5411	1,5429	1,5446	1,5464	1,5481	1,5499	1,5516
89	1,5533	1,5551	1,5568	1,5586	1,5603	1,5621	1,5638	1,5656	1,5673	1,5691
90	1,5708	1,5725	1,5743	1,5760	1,5778	1,5795	1,5813	1,5830	1,5848	1,5865
graus	0'	6'	12'	18'	24'	30'	36'	42'	48'	54'
MINUTOS										





# 3 tecnologia

cinemática  
 dinâmica  
 estática  
 hidrostática  
 hidrodinâmica  
 termologia  
 termodinâmica  
 química  
 eletricidade  
 iluminação  
 acústica  
 resistência dos materiais  
 mecânica aplicada  
 lubrificação  
 refrigeração  
 metrologia  
 tolerâncias e ajustes



# CINEMÁTICA

## LEGENDA

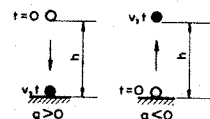
$s$ = espaço percorrido até o instante $t$	$\alpha$ = arco percorrido até o instante $t$
$s_0$ = espaço inicial ( $t=0$ )	$\alpha_0$ = arco inicial ( $t=0$ )
$t$ = instante (tempo)	$\omega$ = velocidade angular no instante $t$
$v$ = velocidade no instante $t$	$\omega_0$ = velocidade angular inicial ( $t=0$ )
$v_0$ = velocidade inicial ( $t=0$ )	$\gamma$ = aceleração angular
$a$ = aceleração	$n$ = número de rotações por minuto
$g$ = aceleração da gravidade ( $9,81 \text{ m/sec}^2$ )	$d$ = distância
$h$ = altura	

## MOVIMENTO DE TRANSLAÇÃO



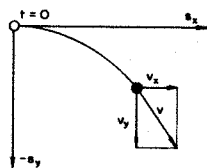
incógnita	movimento	movimento acelerado ( $a>0$ ) ou retardado ( $a<0$ )		unidade
		$v_0 = 0$	$v_0 > 0$	
$s$	$v t$	$\frac{v t^2}{2} = \frac{a t^2}{2} = \frac{v^2}{2a}$	$\frac{t(v_0 + v)}{2} = v_0 t \pm \frac{a t^2}{2}$	m
$t$	$\frac{s}{v}$	$\sqrt{\frac{2s}{a}} = \frac{v}{a} = \frac{2s}{v}$	$\frac{v - v_0}{\pm a} = \frac{2s}{v_0 + v}$	seg
$v$	$\frac{s}{t}$	$\sqrt{2as} = \frac{2s}{t} = at$	$v_0 \pm at = \frac{2s}{t} - v_0$	$\frac{\text{m}}{\text{seg}}$
$v_0$	0	0	$v \pm at = \frac{s \mp at^2/2}{t}$	$\frac{\text{m}}{\text{seg}}$
$a$	0	$\frac{v}{t} = \frac{2s}{t^2} = \frac{v^2}{2s}$	$\frac{v - v_0}{t} = \frac{2(s - v_0 t)}{t^2}$	$\frac{\text{m}}{\text{seg}^2}$

## ARREMESSO VERTICAL



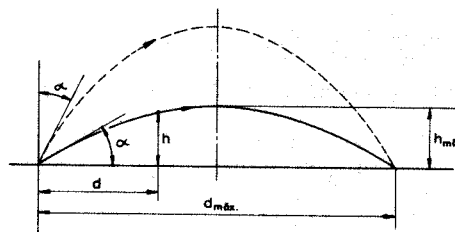
incógnita	movimento	movimento acelerado ( $g>0$ ) ou retardado ( $g<0$ )		unidade
		$v_0 = 0$	$v_0 > 0$	
$h$	$\frac{v t}{2}$	$\frac{g t^2}{2} = \frac{v^2}{2g}$	$\frac{t(v_0 + v)}{2} = v_0 t \pm \frac{g t^2}{2}$	m
$t$	$\sqrt{\frac{2h}{g}} = \frac{v}{g} = \frac{2h}{v}$		$\frac{v - v_0}{g} = \frac{2h}{v_0 + v}$	seg
$v$	$\sqrt{2gh} = \frac{2h}{t} = gt$		$v_0 \pm gt = \frac{2h}{t} - v_0$	$\frac{\text{m}}{\text{seg}}$
$v_0$	0		$v \mp gt = \frac{h \mp gt^2/2}{t}$	$\frac{\text{m}}{\text{seg}}$

## ARREMESSO HORIZONTAL



$$\begin{aligned} s_x &= v_0 t = v_0 \sqrt{\frac{2s_y}{g}} \\ s_y &= \frac{g t^2}{2} \\ v &= \sqrt{v_x^2 + v_y^2} \end{aligned} \quad \left\{ \begin{array}{l} v_x = v_0 \\ v_y = gt \end{array} \right.$$

## ARREMESSO INCLINADO (BALÍSTICA)



$$\begin{aligned} \text{altura máxima da ascensão: } h_{\text{máx}} &= \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} \\ \text{tempo de subida: } t_s &= \frac{v_0 \sin \alpha}{g} \\ \text{dist. da trajetória: } d_{\text{máx}} &= \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g} \\ \text{num instante } t: & h = v_0(\sin \alpha)t \pm \frac{g t^2}{2}; \quad d = v_0(\cos \alpha)t \end{aligned}$$

## MOVIMENTO CIRCULAR

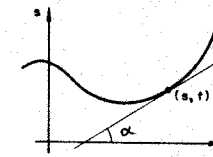
incógnita	movimento	movimento acelerado ( $\gamma>0$ ) ou retardado ( $\gamma<0$ )		unidade
		$\omega_0 = 0$	$\omega_0 > 0$	
$\alpha$	$\omega t$	$\frac{\omega t^2}{2} = \frac{\gamma t^2}{2} = \frac{\omega^2}{2\gamma}$	$\frac{t(\omega_0 + \omega)}{2} = \omega_0 t \pm \frac{\gamma t^2}{2}$	rd
$t$	$\frac{\alpha}{\omega}$	$\sqrt{\frac{2\alpha}{\gamma}} = \frac{\omega}{\gamma} = \frac{2\alpha}{\omega}$	$\frac{\omega - \omega_0}{\pm \gamma} = \frac{2\alpha}{\omega_0 + \omega}$	seg
$\omega$	$\frac{\alpha}{t} = \frac{2\pi n}{60}$	$\sqrt{2\gamma\alpha} = \frac{2\alpha}{t} = \gamma t$	$\omega_0 \pm \gamma t = \frac{2\alpha}{t} - \omega_0$	$\frac{\text{rd}}{\text{seg}}$
$\omega_0$	0	0	$\omega \mp \gamma t = \frac{2\alpha}{t} - \omega$	$\frac{\text{rd}}{\text{seg}}$
$\gamma$	0	$\frac{\omega}{t} = \frac{2\alpha}{t^2} = \frac{\omega^2}{2\alpha}$	$\frac{\omega - \omega_0}{t} = \frac{2(\alpha - \omega_0 t)}{t^2}$	$\frac{\text{rd}}{\text{seg}^2}$
$v_t$	$\frac{2\pi r n}{60}$	$v_t = \text{veloc. periférica ou tangencial}$		$\frac{\text{m}}{\text{seg}}$

## REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

### I - movimento de translação

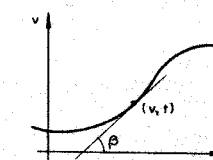
No gráfico  $s \times t$ , a velocidade num instante  $t$  é dada pela tangente do ângulo que a direção da curva forma com o eixo dos tempos.

$$v = \tan \alpha = \frac{ds}{dt}$$



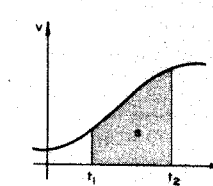
No gráfico  $v \times t$ , a aceleração num instante  $t$  é dada pela tangente do ângulo que a direção da curva forma com o eixo dos tempos.

$$a = \tan \beta = \frac{dv}{dt}$$



No gráfico  $v \times t$ , a área formada pela curva e o eixo dos tempos, entre os instantes  $t_1$  e  $t_2$  representa o espaço percorrido entre esses instantes.

$$s = \int_{t_1}^{t_2} v dt$$



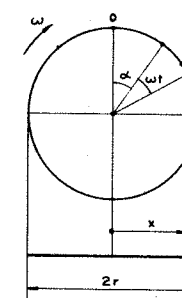
### II - movimento circular

As considerações acima valem também para o movimento circular desde que se façam as seguintes substituições:

$$s \rightarrow \alpha, \quad v \rightarrow \omega, \quad a \rightarrow \gamma$$

$$\text{Relações: } s = \alpha r, \quad v = \omega r, \quad a = \gamma r$$

## MOVIMENTO HARMÔNICO



$$\text{amplitude: } x = r \sin(\omega t + \alpha)$$

$$\text{velocidade: } v = r \omega \cos(\omega t + \alpha)$$

$$\text{aceleração: } a = -r \omega^2 \sin(\omega t + \alpha)$$

$$a = -\omega^2 x$$

$$\text{período: } T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\text{frequência: } f = 1/T$$

$$\text{pulsação: } \omega = 2\pi/T$$

# DINÂMICA

## LEIS DA DINÂMICA

1 - Princípio de inércia: toda ação instantânea exercida sobre um corpo comunica-lhe um movimento retilíneo uniforme.

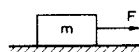
2 - Lei de proporcionalidade: a variação do movimento de um corpo é proporcional à força aplicada.

3 - Lei da igualdade entre ação e reação: a toda ação se opõe uma reação igual e contrária.

## EQUAÇÃO FUNDAMENTAL DA DINÂMICA

$$F = m a$$

F = força  
m = massa  
a = aceleração



Para queda livre:

$$P = m g$$

P = peso  
g = aceleração da gravidade



Unidades de massa

MK*S	MKS	CGS
utm	kg	g
1	9,81	9810
0,10	1	1000
0,0001	0,001	1

Unidades de força (peso)

t	MK*S	MKS	CGS
	kg	N	dine
1	1000	9810	—
0,001	1	9,81	981000
—	0,1	1	100000
—	—	0,0001	1

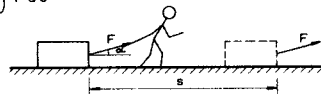
## MOVIMENTO RETILÍNEO

incógnita	fórmulas	unidades		
		MK*S	MKS	CGS
massa m	$\frac{F}{a} = \frac{P}{g} = \frac{F t}{v}$	utm	kg	g
força F	$m a = \frac{P}{g} a = \frac{m v}{t}$	kg	N	dine
peso P	$m g = \frac{F g}{a}$	kg	N	dine
aceleração a	$\frac{F}{m} = \frac{F g}{P}$	$\frac{m}{seg^2}$	$\frac{m}{seg^2}$	$\frac{cm}{seg^2}$
velocidade v	$\frac{F t}{m} = a t$	$\frac{m}{seg}$	$\frac{m}{seg}$	$\frac{cm}{seg}$
tempo t	$\frac{m v}{F} = \frac{v}{a}$	seg	seg	seg

## TRABALHO

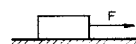
$$T = \int F ds$$

$$T = F s \cos \alpha$$



Para  $\alpha = 0$

$$T = F s$$

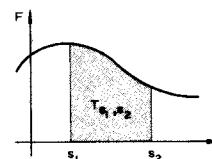


Unidades de trabalho

MK*S	MKS	CGS	kcal
kgm	J	erg	
1	9,81	$9,81 \cdot 10^7$	0,0023
0,102	1	$10^7$	$24 \cdot 10^{-5}$
—	$10^{-7}$	1	—
426,7	4185	$4185 \cdot 10^7$	1

## REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

O cálculo do trabalho também pode ser feito com auxílio do gráfico  $F \times s$ , determinando-se a área formada entre a curva e o eixo dos espaços e duas distâncias.



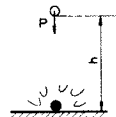
## RENDIMENTO

$$\eta = \frac{\text{Trabalho útil}}{\text{Trabalho motor}} = \frac{T_u}{T_m}$$

## ENERGIA (capacidade que os corpos possuem p/ produzir trabalho)

energia potencial

$$T_p = P h$$



energia cinética

$$T_c = \frac{m v^2}{2}$$



## POTÊNCIA

$$N = \frac{T}{t} = F v \text{ (kgm/seg)} = \frac{F v}{75} \text{ (CV)}$$

MK*S	HP	CV	MKS	CGS	kcal/seg
kgm/seg			watt	erg/seg	
1	0,0132	0,0133	9,81	$9,81 \times 10^7$	0,0023
76,04	1	1,0139	1,356	$1,356 \times 10^7$	0,1782
75,00	0,9863	1	735,5	$735,5 \times 10^7$	0,1757
0,019	0,0013	0,0013	1	$10^7$	$24 \times 10^{-5}$
—	—	—	$10^{-7}$	1	—
426,7	5,612	5,690	4185	$4185 \times 10^7$	1

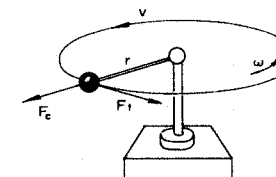
## MOVIMENTO CIRCULAR

aceleração centrípeta

$$a_c = v^2 / r$$

força centrífuga

$$F_c = \frac{P v^2}{g r}$$



energia cinética de rotação

$$T_c = \frac{m v^2}{2} = \frac{P v^2}{2g} = \frac{P \omega^2 r^2}{2g} = \frac{J \omega^2}{2}$$

potência: v (m/seg), r (cm), n (rpm), N (CV)

$$N = \frac{F v}{75} = \frac{F}{75} = \frac{2 \pi r n}{6000} = \frac{F r n}{71620} = \frac{M_1 n}{71620} = \frac{M_1 \omega}{75}$$

momento torçor (kg cm)

$$M_1 = F r = 71620 \frac{N}{n}$$

## MOVIMENTO HARMÔNICO

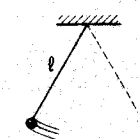
$$F = m a = -m \omega^2 x = -k x$$

$$\omega = \sqrt{\frac{m}{k}}$$

## PÊNDULO MATEMÁTICO

$$\text{período } T = 2 \pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$\text{pulsação } \omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$



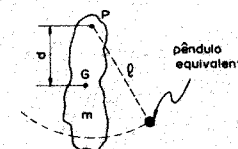
## PÊNDULO FÍSICO

$$\text{comprimento equivalente } l = \frac{J_p}{m d}$$

$J_p$  = momento polar em relação ao ponto P

$$\text{período } T = 2 \pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2 \pi \sqrt{\frac{J_p}{P d}}$$

Fórmula que pode fornecer experimentalmente o  $J_p$  de qualquer corpo.



## MOMENTO DE INÉRCIA DINÂMICO

Momento de inércia  $J$  de um corpo, em relação a um eixo, é a soma dos produtos das massas elementares  $dm$  do corpo pelo quadrado das respectivas distâncias ao eixo.

$$J_x = \int r^2 dm = m \rho_x^2$$

$\rho_x$  = raio de giração ou de inércia

Se o momento for calculado em relação a um ponto  $P$ , em vez de um eixo, recebe o nome de momento polar  $J_p$

$\delta$  = peso específico

Unidade:  $\text{kgm} \cdot \text{seg}^2$

$$J_x = \delta \int r^2 dv \quad \delta = \frac{dm}{dv}$$

Indicando por  $J_G$  o momento em relação a um eixo que passa pelo centro de gravidade do corpo de massa  $m$ , o momento  $J_x$  em relação a um eixo paralelo a uma distância  $d$  do primeiro eixo, será:

$$J_x = J_G + m d^2$$

No caso de 3 eixos ortogonais  $x, y, z$ , tem-se a seguinte relação:

$$J_p = \frac{1}{2} (J_x + J_y + J_z)$$

Em relação a um eixo qualquer  $t$  passando pela origem, tem-se:

$$J_t = J_x \cos^2 \alpha + J_y \cos^2 \beta + J_z \cos^2 \gamma - 2 J_{xy} \cos \alpha \cos \beta - 2 J_{yz} \cos \beta \cos \gamma - 2 J_{zx} \cos \gamma \cos \alpha$$

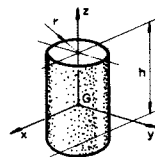
Produto de inércia ou momento centrífugo

$$J_{xy} = \int xy dm$$

$$J_{yz} = \int yz dm$$

$$J_{zx} = \int zx dm$$

## MOMENTO DE INÉRCIA DE SÓLIDOS



cilindro sólido

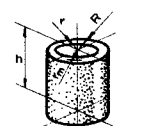
$$J_z = \delta \frac{\pi r^4 h}{2} = m \frac{r^2}{2}$$

$$J_x = J_y = \delta \frac{\pi r^2 h}{12} (3r^2 + h^2) = m \frac{3r^2 + h^2}{12}$$

superfície lateral do cilindro (sem bases)

$$J_z = \delta' 2\pi r^3 h = m r^2 \quad \delta' \text{ superficial}$$

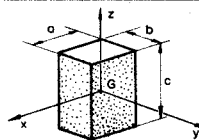
$$J_x = J_y = \delta' \frac{\pi r h}{6} (6r^2 + h^2) = m \frac{6r^2 + h^2}{12}$$



cilindro oco (na prática  $J_z = m r_m^2$ )

$$J_z = \delta \frac{\pi h}{2} (R^4 - r^4) = m \frac{R^2 + r^2}{2}$$

$$J_x = J_y = \delta \frac{\pi (R^2 - r^2) h}{4} (R^2 + r^2 + \frac{h^2}{3}) = m (R^2 + r^2 + \frac{h^2}{3}) / 4$$

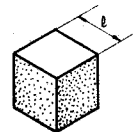


paralelepípedo retângulo

$$J_x = \delta a b c (b^2 + c^2) / 12 = m (b^2 + c^2) / 12$$

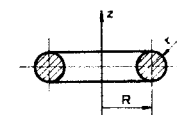
$$J_y = \delta a b c (a^2 + c^2) / 12 = m (a^2 + c^2) / 12$$

$$J_z = \delta a b c (a^2 + b^2) / 12 = m (a^2 + b^2) / 12$$



cubo

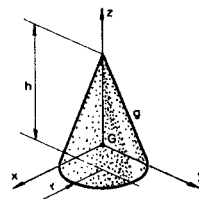
$$J_x = J_y = J_z = \delta \frac{l^5}{6} = m \frac{l^2}{6}$$



anel

$$J_z = \delta \frac{\pi^2 R r^2}{2} (4R^2 + 3r^2) = m \frac{4R^2 + 3r^2}{4}$$

$$J_x = J_y = \delta \frac{\pi^2 R r^2}{4} (4R^2 + 5r^2) = m \frac{4R^2 + 5r^2}{8}$$



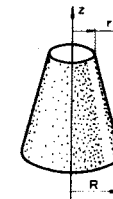
cone sólido

$$J_z = \delta \frac{\pi r^4 h}{10} = m \frac{3r^2}{10}$$

$$J_x = J_y = \delta \frac{\pi r^2 h}{20} (r^2 + \frac{h^2}{4}) = \frac{3m}{20} (r^2 + \frac{h^2}{4})$$

superfície lateral (sem a base)

$$J_z = \delta' \frac{\pi r^3 h}{2} = m \frac{r^2}{2}$$

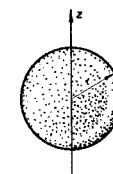


tronco de cone sólido

$$J_z = \delta \frac{\pi h}{10} \frac{R^5 - r^5}{R - r} = m \frac{3}{10} \frac{R^5 - r^5}{R^3 - r^3}$$

superfície lateral

$$J_z = \delta' \frac{\pi h}{2} \frac{R^4 - r^4}{R - r} = m \frac{R^2 + r^2}{2}$$

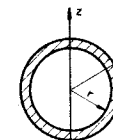


esfera sólida

$$J_x = J_y = J_z = \delta \frac{8\pi r^5}{15} = m \frac{2r^2}{5}$$

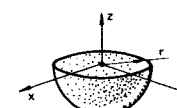
superfície

$$J_x = J_y = J_z = \delta' \frac{8\pi r^4}{3} = m \frac{2r^2}{3}$$



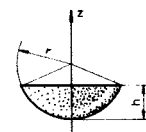
esfera oca

$$J_x = J_y = J_z = \delta \frac{8\pi}{15} (R^5 - r^5) = m \frac{2}{5} \frac{R^5 - r^5}{R^3 - r^3}$$



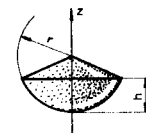
hemisfério

$$J_x = J_y = J_z = \delta \frac{4\pi r^5}{15} = m \frac{2r^2}{5}$$



segmento esférico

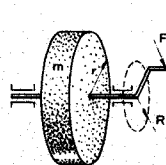
$$J_z = \delta \frac{\pi h^3}{30} (20r^2 - 15rh + 3h^2) = m \frac{h}{10} \frac{20r^2 - 15rh + 3h^2}{3r - h}$$



setor esférico

$$J_z = \delta \frac{2\pi r^2 h^2 (3r - h)}{15} = m \frac{h(3r - h)}{5}$$

## VOLANTE



$$J = m \frac{r^2}{2} = \frac{P r^2}{2g} \quad (\text{kgm seg}^2)$$

Energia cinética

$$T_c = \frac{J \omega^2}{2} \quad (\text{kgm})$$

Energia para passar de  $\omega_1$  para  $\omega_2$ :

$$T_c' = \frac{J \omega_2^2}{2} - \frac{J \omega_1^2}{2} = \frac{J (\omega_2^2 - \omega_1^2)}{2}$$

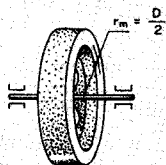
Potência para passar de  $\omega_1$  para  $\omega_2$ :  $N = \frac{T_c'}{75 t} \quad (\text{CV})$

Para cada massa elementar  $dm$ , temos:

Momento torçor  $dM_t = r a \, dm$   
 $dM_t = \delta r^2 \, dm$

$$\left\{ \begin{array}{l} a = \text{aceleração} \\ a = \delta r \end{array} \right.$$

Para todo o volante:  $M_t = \delta \int r^2 \, dm = \delta J = FR$

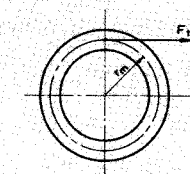


Neste caso, o cálculo é feito tomando-se  $r_m$  = raio médio, e as fórmulas acima são válidas fazendo:

$$J = m r_m^2 = \frac{P r_m^2}{g} = \frac{P D^2}{4g}$$

$P D^2$  = momento dinâmico

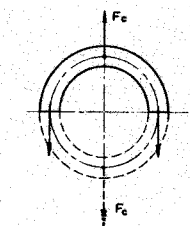
$$M_t = \delta J = \frac{a}{r_m} \frac{P r_m^2}{g} = FR \quad \therefore a = \frac{FRg}{P r_m}$$



Força tangencial

$$F_t = m a = \frac{P}{g} \frac{v}{t}$$

$$N = \frac{F_t v}{75} = \frac{F_t s}{75 t}$$



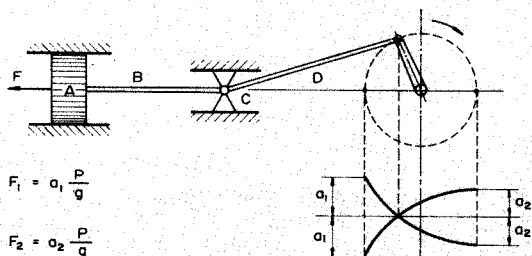
Força centrífuga

$$F_c = \frac{1}{\pi} \frac{P v^2}{g r}$$

## SISTEMA BIELA - MANIVELA

$$\left. \begin{array}{l} s = r(1 - \cos \alpha) + \frac{r^2 \sin^2 \alpha}{2L} \\ v_1 = v \sin \alpha \left(1 + \frac{r}{L} \cos \alpha\right) \\ a_1 = \frac{v^2}{r} (\cos \alpha + \frac{r}{L} \cos 2\alpha) \\ s = r(1 - \cos \alpha) - \frac{r^2 \sin^2 \alpha}{2L} \\ v_2 = v \sin \alpha \left(1 - \frac{r}{L} \cos \alpha\right) \\ a_2 = \frac{v^2}{r} (\cos \alpha - \frac{r}{L} \cos 2\alpha) \end{array} \right\} \quad \begin{array}{l} v = \frac{2\pi r n}{60} \\ \frac{r}{L} = \frac{1}{4} \text{ a } \frac{1}{5} \end{array}$$

$P$  = peso de  $A+B+C+D$

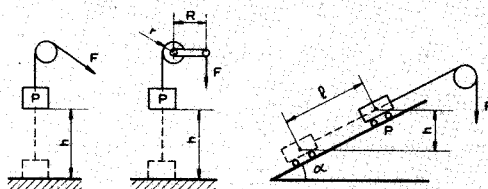


$$F_1 = a_1 \frac{P}{g}$$

$$F_2 = a_2 \frac{P}{g}$$

$F$  apresenta máximos quando  $\alpha = 0$

## LEVANTAMENTO DE CORPOS



$$T = Ph$$

$$P = F$$

$$N = \frac{T}{75 t}$$

$$T = Ph$$

$$P = \frac{FR}{r}$$

$$N = \frac{T}{75 t}$$

$$T = Ph = P \sin \alpha \ell$$

$$P = \frac{F}{\sin \alpha}$$

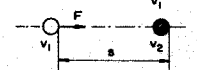
$$h = \ell \sin \alpha$$

$$N = \frac{T}{75 t}$$

O aumento da energia cinética de um corpo em movimento é igual ao trabalho desenvolvido pelas forças que atuam.

$$T = \int F ds = \int m a ds = m \int \frac{dv}{dt} v dt = m \int v dv$$

$$T = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2$$



## QUANTIDADE DE MOVIMENTO

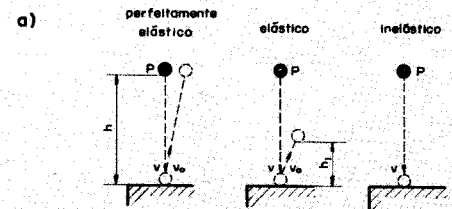
$$Q = m v \quad [\text{kg seg}]$$



## IMPULSO I

$$I = \int F dt = \int m dv = m v_2 - m v_1 = Q_2 - Q_1$$

## CHOQUE



	perfeitamente elástico	elástico	inelástico
velocidade	$v = \sqrt{2gh}$	$v = \sqrt{2gh}$	$v = \sqrt{2gh}$
veloc. depois do choque	$v_0 = \sqrt{2gh}$	$v_0 = \sqrt{2gh}$	$v_0 = 0$
perda de energia	$T = 0$	$T = P(h-h_1)$ $= \frac{P(v^2 - v_0^2)}{2g}$	$T = Ph = \frac{P v^2}{2g}$

b)

antes do choque	choque	depois do choque
$\frac{v_1}{m_1} \quad \frac{v_2}{m_2}$	$\frac{v}{m_1 + m_2}$	$\frac{v_{01}}{m_1} \quad \frac{v_{02}}{m_2}$
$v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$		$v_{01} = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2 - m_2 (v_1 - v_2)k}{m_1 + m_2}$
		$v_{02} = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2 - m_1 (v_1 - v_2)k}{m_1 + m_2}$

Coefficiente de elasticidade  $k = \frac{v_{02} - v_{01}}{v_1 - v_2} \quad (0 < k < 1)$

$k = 0$  inelástico  $k = 1$  perfeitamente elástico

Perda de energia  $\Delta T = \frac{1}{2} \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (v_1 - v_2)^2 (1 - k^2)$

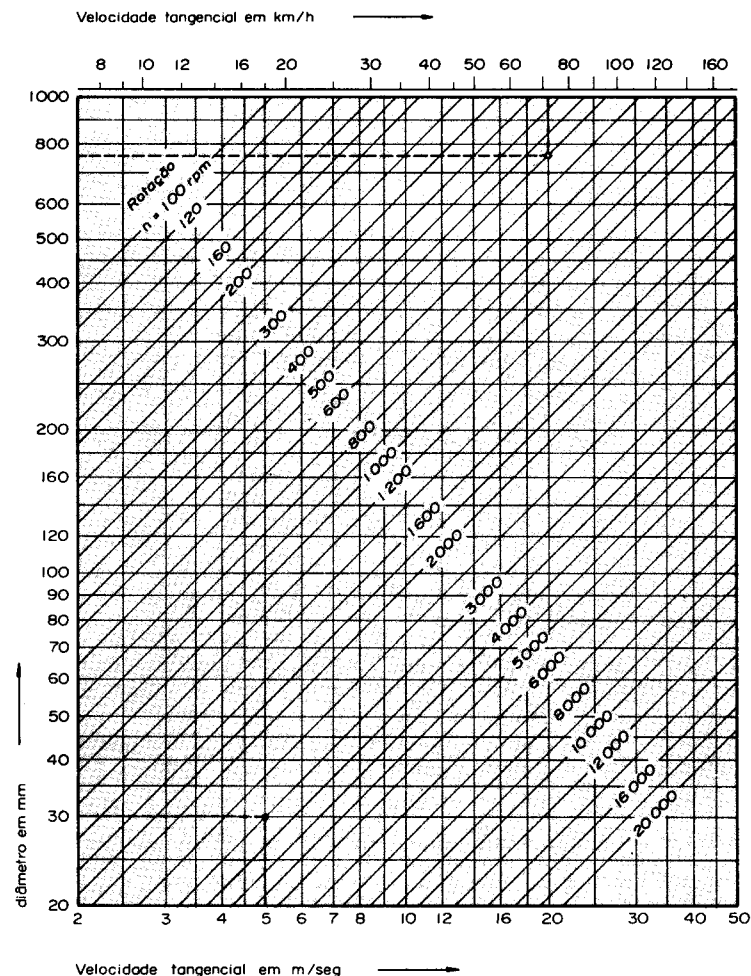
$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \text{ [rd/seg]}$$

# CONVERSÃO DE VELOCIDADE ANGULAR $\omega$ EM RPM

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,0000	0,1047	0,2094	0,3142	0,4189	0,5236	0,6283	0,7330	0,8378	0,9425	500	52,360	52,465	52,569	52,674	52,779	52,883	52,988	53,093	53,198	53,302
10	1,0472	1,1519	1,2566	1,3614	1,4661	1,5708	1,6755	1,7802	1,8850	1,9897	510	53,407	53,512	53,617	53,721	53,826	53,931	54,035	54,140	54,245	54,350
20	2,0944	2,1991	2,3038	2,4086	2,5133	2,6180	2,7227	2,8274	2,9322	3,0369	520	54,454	54,559	54,664	54,768	54,873	54,978	55,083	55,187	55,292	55,397
30	3,1416	3,2463	3,3510	3,4558	3,5605	3,6652	3,7699	3,8746	3,9794	4,0841	530	55,501	55,606	55,711	55,816	55,920	56,025	56,130	56,235	56,339	56,444
40	4,1888	4,2935	4,3982	4,5029	4,6077	4,7124	4,8171	4,9218	5,0265	5,1313	540	56,549	56,653	56,758	56,863	56,968	57,072	57,177	57,282	57,386	57,491
50	5,2360	5,3407	5,4454	5,5501	5,6549	5,7596	5,8643	5,9690	6,0737	6,1785	550	57,596	57,701	57,805	57,910	58,015	58,119	58,224	58,329	58,434	58,538
60	6,2832	6,3879	6,4926	6,5973	6,7021	6,8068	6,9115	7,0162	7,1209	7,2257	560	58,643	58,748	58,852	58,957	59,062	59,167	59,271	59,376	59,481	59,586
70	7,3304	7,4351	7,5398	7,6445	7,7493	7,8540	7,9587	8,0634	8,1681	8,2729	570	59,690	59,795	59,900	60,004	60,109	60,214	60,319	60,423	60,528	60,633
80	8,3776	8,4823	8,5870	8,6917	8,7965	8,9012	9,0059	9,1106	9,2153	9,3201	580	60,737	60,842	60,947	61,052	61,156	61,261	61,366	61,470	61,575	61,680
90	9,4248	9,5295	9,6342	9,7389	9,8437	9,9484	10,053	10,158	10,263	10,367	590	61,785	61,889	61,994	62,099	62,204	62,308	62,413	62,518	62,622	62,727
100	10,472	10,577	10,681	10,786	10,891	10,996	11,100	11,205	11,310	11,414	600	62,832	62,937	63,041	63,146	63,251	63,355	63,460	63,565	63,670	63,774
110	11,519	11,624	11,729	11,833	11,938	12,043	12,147	12,252	12,357	12,462	610	63,879	63,984	64,088	64,193	64,298	64,403	64,507	64,612	64,717	64,822
120	12,566	12,671	12,776	12,881	12,985	13,090	13,195	13,299	13,404	13,509	620	64,926	65,031	65,136	65,240	65,345	65,450	65,555	65,659	65,764	65,869
130	13,614	13,718	13,823	13,928	14,032	14,137	14,242	14,347	14,451	14,556	630	65,973	66,078	66,183	66,288	66,392	66,497	66,602	66,706	66,811	66,916
140	14,661	14,765	14,870	14,975	15,080	15,184	15,289	15,394	15,499	15,603	640	67,021	67,125	67,230	67,335	67,440	67,544	67,649	67,754	67,858	67,963
150	15,708	15,813	15,917	16,022	16,127	16,232	16,336	16,441	16,546	16,650	650	68,068	68,173	68,277	68,382	68,487	68,591	68,696	68,801	68,906	69,010
160	16,755	16,860	16,965	17,069	17,174	17,279	17,383	17,488	17,593	17,698	660	69,115	69,220	69,324	69,429	69,534	69,639	69,743	69,848	69,953	70,058
170	17,802	17,907	18,012	18,117	18,221	18,326	18,431	18,535	18,640	18,745	670	70,162	70,267	70,372	70,476	70,581	70,686	70,791	70,895	71,000	71,105
180	18,850	18,954	19,059	19,164	19,268	19,373	19,478	19,583	19,687	19,792	680	71,209	71,314	71,419	71,524	71,628	71,733	71,838	71,942	72,047	72,152
190	19,897	20,001	20,106	20,211	20,316	20,420	20,525	20,630	20,735	20,839	690	72,257	72,361	72,466	72,571	72,676	72,780	72,885	72,990	73,094	73,199
200	20,944	21,049	21,153	21,258	21,363	21,468	21,572	21,677	21,782	21,886	700	73,304	73,409	73,513	73,618	73,723	73,827	73,932	74,037	74,142	74,246
210	21,991	22,096	22,201	22,305	22,410	22,515	22,619	22,724	22,829	22,934	710	74,351	74,456	74,560	74,665	74,770	74,875	74,979	75,084	75,189	75,293
220	23,038	23,143	23,248	23,353	23,457	23,562	23,667	23,771	23,876	23,981	720	75,398	75,503	75,608	75,712	75,817	75,922	76,027	76,131	76,236	76,341
230	24,036	24,140	24,245	24,350	24,454	24,559	24,664	24,769	24,873	24,978	730	76,445	76,550	76,655	76,760	76,864	76,969	77,074	77,178	77,283	77,388
240	25,133	25,237	25,342	25,447	25,552	25,656	25,761	25,866	25,970	26,075	740	77,493	77,597	77,702	77,807	77,911	78,016	78,121	78,226	78,330	78,435
250	26,180	26,285	26,389	26,494	26,599	26,704	26,808	26,913	27,018	27,122	750	78,540	78,645	78,749	78,854	78,959	79,063	79,168	79,273	79,378	79,482
260	27,227	27,332	27,437	27,541	27,646	27,751	27,855	27,960	28,065	28,170	760	79,587	79,692	79,796	79,901	80,006	80,111	80,215	80,320	80,425	80,529
270	28,274	28,379	28,484	28,588	28,693	28,798	28,903	29,007	29,112	29,217	770	80,634	80,739	80,844	80,948	81,053	81,158	81,263	81,367	81,472	81,577
280	29,322	29,426	29,531	29,636	29,740	29,845	29,950	30,055	30,159	30,264	780	81,681	81,786	81,891	81,996	82,100	82,205	82,310	82,414	82,519	82,624
290	30,369	30,473	30,578	30,683	30,788	30,892	30,997	31,102	31,206	31,311	790	82,729	82,833	82,938	83,043	83,147	83,252	83,357	83,462	83,566	83,671
300	31,416	31,521	31,625	31,730	31,835	31,940	32,044	32,149	32,254	32,358	800	83,776	83,881	83,985	84,090	84,195	84,299	84,404	84,509	84,614	84,718
310	32,463	32,568	32,673	32,777	32,882	32,987	33,091	33,196	33,301	33,406	810	84,823	84,928	85,032	85,137	85,242	85,347	85,451	85,556	85,661	85,765
320	33,510	33,615	33,720	33,824	33,929	34,034	34,139	34,243	34,348	34,453	820	85,870	85,975	86,080	86,184	86,289	86,394	86,499	86,603	86,708	86,813
330	34,558	34,662	34,767	34,872	34,976	35,081	35,186	35,291	35,395	35,500	830	86,917	87,022	87,127	87,232	87,336	87,441	87,546	87,650	87,755	87,860
340	35,605	35,709	35,814	35,919	36,024	36,128	36,233	36,338	36,442	36,547	840	87,965	88,069	88,174	88,279	88,383	88,488	88,593	88,698	88,802	88,907
350	36,652	36,757	36,861	36,966	37,071	37,176	37,280	37,385	37,490	37,594	850	89,012	89,117	89,221	89,326	89,431	89,535	89,640	89,745	89,850	89,954
360	37,699	37,804	37,909	38,013	38,118	38,223	38,327	38,432	38,537	38,642	860	90,059	90,164	90,268	90,373	90,478	90,583	90,687	90,792	90,897	91,001
370	38,746	38,851	38,956	39,060	39,165	39,270	39,375	39,479	39,584	39,689	870	91,106	91,211	91,316	91,420	91,525	91,630	91,734	91,839	91,944	92,049
380	39,794	39,898	40,003	40,108	40,212	40,317	40,422	40,527	40,631	40,736	880	92,153	92,258	92,363	92,468	92,572	92,677	92,782	92,886	92,991	93,096
390	40,841	40,945	41,050	41,155	41,260	41,364	41,469	41,574	41,678	41,783	890	93,201	93,305	93,410	93,515	93,619	93,724	93,829	93,934	94,038	94,143
400	41,888	41,993	42,097	42,202	42,307	42,412	42,516	42,621	42,726	42,830	900	94,248	94,352	94,457	94,562	94,667	94,771	94,876	94,981	95,086	95,190
410	42,935	43,040	43,145	43,249	43,354	43,459	43,563	43,668	43,773	43,878	910	95,295	95,400	95,505	95,609	95,714	95,819	95,923	96,028	96,133	96,237
420	43,982	44,087	44,192	44,296	44,401	44,506	44,611	44,715	44,820	44,925	920	96,342	96,447	96,552	96,656	96,761	96,866	96,970	97,075	97,180	97,285
430	45,029	45,134	45,239	45,344	45,448	45,553	45,658	45,763	45,867	45,972	930	97,389	97,494	97,599	97,704	97,808	97,913	98,018	98,122	98,227	98,332
440	46,077	46,181	46,286	46,391	46,496	46,600	46,705	46,810	46,914	47,019	940	98,437	98,541	98,646	98,751	98,855	98,960	99,065	99,170	99,274	99,379
450	47,124	47,229	47,333	47,438	47,543	47,647	47,752	47,857	47,962	48,066	950	99,484	99,588	99,693	99,798	99,903	100,007	100,111	100,216	100,321	100,425
460	48,171	48,276	48,381	48,485	48,590	48,695	48,799	48,904	49,009	49,114	960	100,53	100,64	100,74	100,85	100,95	101,05	101,16	101,26	101,37	101,47
470	49,218	49,323	49,428	49,532	49,637	49,742	49,847	49,951	50,056	50,161	970	101,58	101,68	101,79	101,89	102,00	102,10	102,21	102,31	102,42	102,52
480	50,265	50,370	50,475	50,580	50,684	50,789	50,894	50,999	51,103	51,208	980	102,63	102,73	102,83	102,94	103,04	103,15	103,25	103,36	103,46	103,57
490	51,313	51,417	51,522	51,627	51,732	51,836	51,941	52,046	52,150	52,255	990	103,67	103,78	103,88	103,99	104,09	104,20	104,30	104,41	104,51	104

# MOVIMENTO CIRCULAR - GRÁFICOS

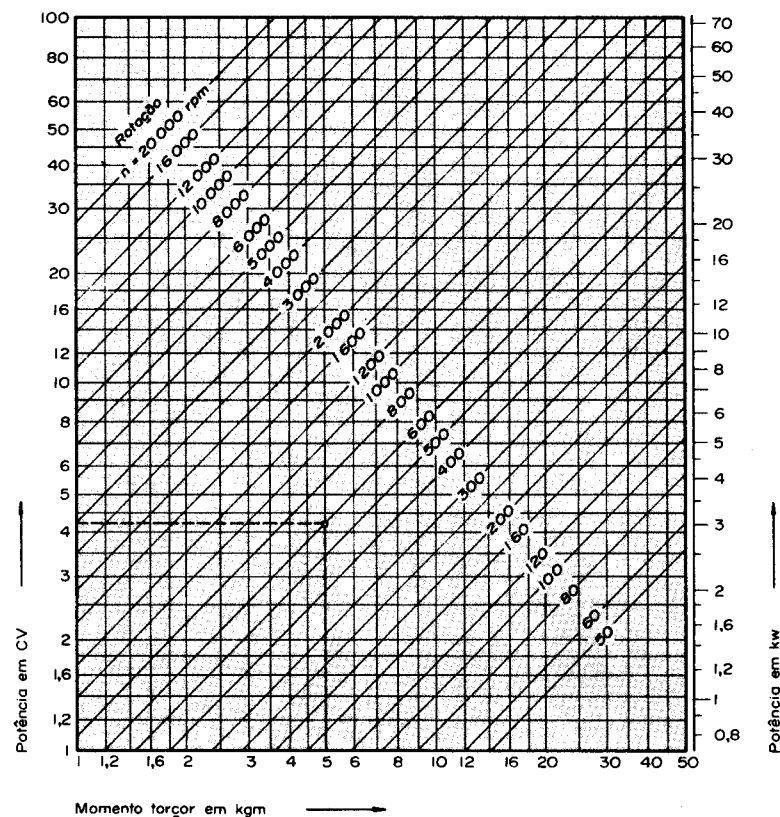
$$v = \frac{\pi d n}{60000} \left[ \frac{\text{m}}{\text{seg}} \right] = \frac{6 \pi d n}{100000} \left[ \frac{\text{km}}{\text{h}} \right] \quad d \text{ [mm]} \quad n \text{ [rpm]}$$



Exemplos:

$d = 30 \text{ mm}$	$d = 3000 \text{ mm}$	$d = 760 \text{ mm}$
$n = 3000 \text{ rpm}$	$n = 300 \text{ rpm}$	$n = 500 \text{ rpm}$
$v \cong 5 \text{ m/seg}$	$v \cong 50 \text{ m/seg}$	$v \cong 72 \text{ km/h}$

$$N = \frac{M_t n}{716,2} \left[ \text{CV} \right] = \frac{M_t n}{973} \left[ \text{kw} \right] \quad M_t \text{ [kgm]} \quad n \text{ [rpm]}$$



Exemplos:

$M_t = 5 \text{ kgm}$	$M_t = 0,5 \text{ kgm}$	$M_t = 500 \text{ kgm}$
$n = 600 \text{ rpm}$	$n = 600 \text{ rpm}$	$n = 60 \text{ rpm}$
$N = 4,18 \text{ CV} = 3,05 \text{ kw}$	$N = 0,418 \text{ CV} = 0,305 \text{ kw}$	$N = 41,8 \text{ CV} = 30,5 \text{ kw}$



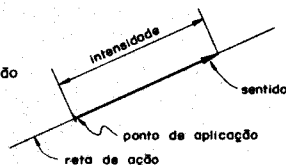
# ESTÁTICA

## FORÇA

É qualquer causa capaz de produzir ou modificar o estado de repouso ou de movimento de um corpo.

Características

- ponto de aplicação
- direção ou reta de ação
- sentido
- intensidade

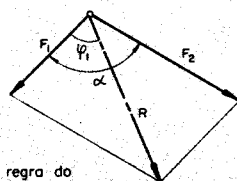


## RESULTANTE DE FORÇAS CONCORRENTES

Todo sistema de forças concorrentes pode ser substituído por uma única força, chamada resultante.

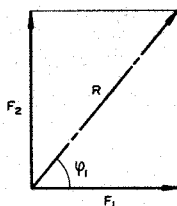
Calcula-se a resultante pelo método gráfico ou pelo método analítico.

Método gráfico



regra do paralelogramo

Quando as forças são perpendiculares, aplica-se o teorema de Pitágoras.



No caso de várias forças concorrentes a resultante é determinada aplicando-se a regra do paralelogramo para cada par de forças.

Método analítico

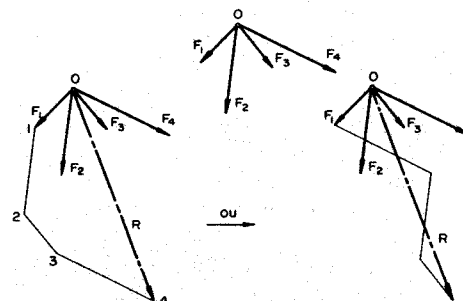
$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2 \cos \alpha}$$

$$\tan \varphi_1 = \frac{F_2 \sin \alpha}{F_1 + F_2 \cos \alpha}$$

$$R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

$$\tan \varphi_1 = \frac{F_2}{F_1}$$

A resultante também pode ser determinada de maneira mais fácil por meio de polígono das forças.

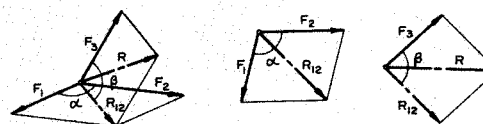


O polígono O1234 tem seus lados paralelos às forças dadas e com as mesmas comprimentos. Notar que a resultante não depende da ordem em que as forças são tomadas.

Quando as forças não são coplanares o problema é resolvido aplicando-se a regra do paralelogramo para cada par de forças no espaço.

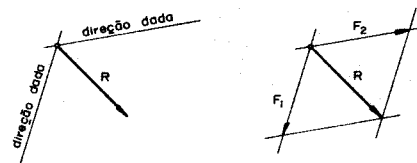
no espaço

em verdadeira grandeza

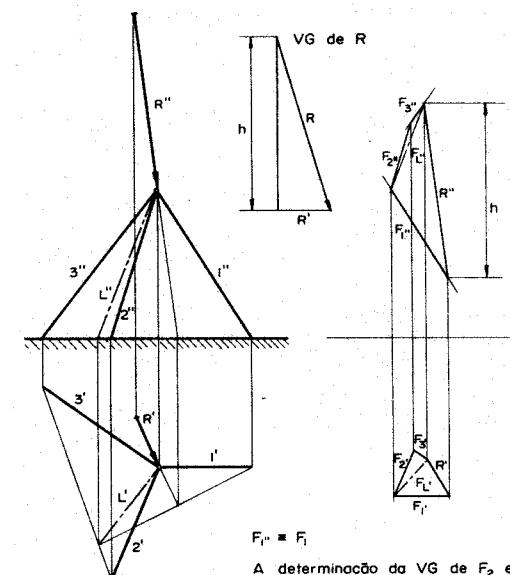


## DECOMPOSIÇÃO DE FORÇAS

A decomposição de uma força segundo direções dadas, é efetuada de maneira inversa à empregada acima para o traçado dos paralelogramos.



Quando as forças não são coplanares, o processo é facilitado com a aplicação da Geometria Descritiva.



$$F_1'' = F_1$$

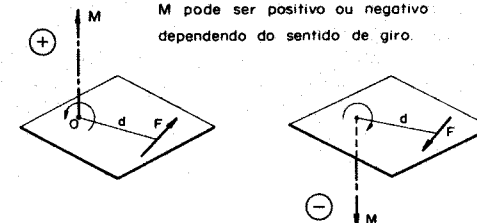
A determinação da VG de  $F_2$  e  $F_3$  é semelhante a determinação da VG de  $R$ .

## MOMENTO ESTÁTICO

Momento estático de uma força  $F$  em relação ao ponto  $O$ .

$$M = F \cdot d$$

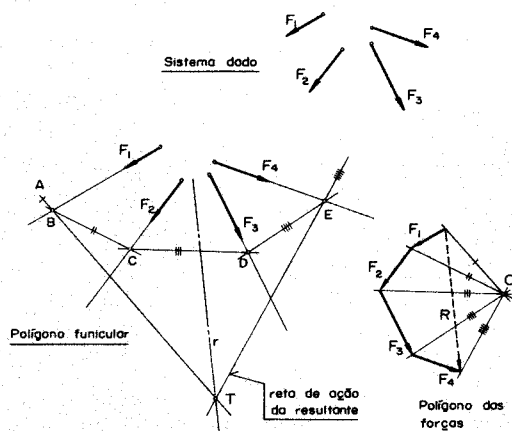
$M$  pode ser positivo ou negativo dependendo do sentido de giro.



## COMPOSIÇÃO DE FORÇAS COPLANARES QUAISQUER

No caso de forças coplanares quaisquer, a intensidade, a direção e o sentido da resultante são determinados pela construção do polígono das forças, o ponto de aplicação, é determinado pela construção do polígono funicular.

Exemplo de traçado do polígono das forças e polígono funicular.



Procedimento:

- 1 - Prolongar as retas de ação de todas as forças;
- 2 - Construir o polígono das forças;
- 3 - Por um ponto O, qualquer, projetar as extremidades de todas as forças;
- 4 - Pelo ponto A, qualquer, traçar a paralela à 1ª projetante até encontrar a reta de ação  $F_1$  no ponto B. Pelo ponto B traçar a reta paralela à 2ª projetante até encontrar  $F_2$  no ponto C. Analogamente, determinar os pontos D e E. A linha quebrada obtida chama-se Polígono Funicular e tem a aparência de uma corda (Fune em italiano) que está sob a ação do sistema de forças dado;
- 5 - Prolongar o primeiro e o último lado do polígono funicular até determinar o ponto T;
- 6 - Pelo ponto T traçar a paralela à força R. Esta paralela é a reta de ação da resultante.

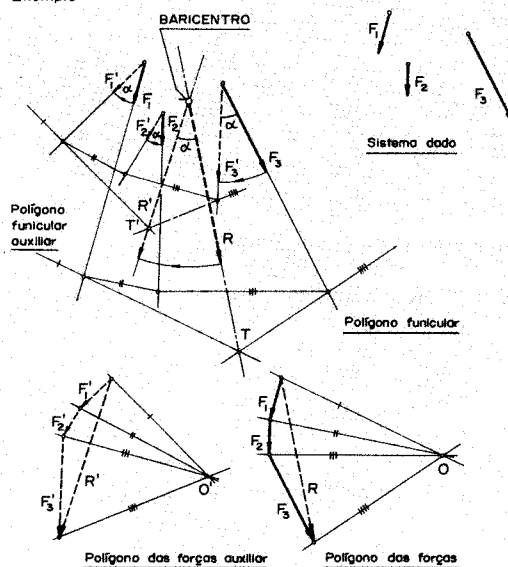
## OBSERVAÇÕES

a) Mudando-se a posição do ponto O para um outro ponto O', qualquer, o polígono funicular terá outra configuração e será obtido um outro ponto T', mas sempre pertencente à reta r de ação da resultante;

b) Mudando-se a posição do ponto A para um outro ponto A', qualquer, o polígono funicular será paralelo ao anterior e o cruzamento determinará o ponto T'', mas sempre pertencente também à reta r de ação da resultante.

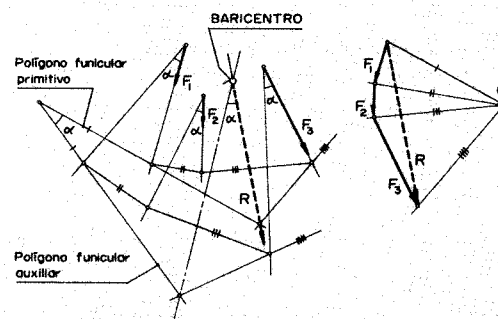
c) Se as forças do sistema dado girarem de um certo ângulo  $\alpha$ , cada uma em torno do seu ponto de aplicação, a resultante também girará de um mesmo ângulo  $\alpha$ , em torno do seu ponto de aplicação. Este fato permite determinar o ponto de aplicação da resultante. Para isso, basta traçar o polígono das forças e o polígono funicular também para o novo sistema obtido, (sistema de força auxiliar) e determinar a reta de ação da nova resultante. O cruzamento das retas de ação das resultantes (verdadeira e auxiliar) é o ponto de aplicação da resultante do sistema dado (baricentro).

Exemplo:

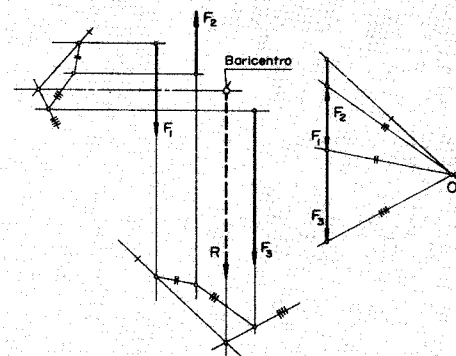


d) Entre os infinitos pontos do plano existe um ponto  $O^*$  que fornecerá um feixe de projetantes exatamente igual ao anterior, projetado por O, diferenciando apenas no fato de estar girado de um mesmo ângulo  $\alpha$ . O polígono auxiliar terá, então, todos os lados girados de  $\alpha$  em relação aos correspondentes lados do polígono funicular primitivo. Logo, é desnecessário desenhar o novo sistema de forças auxiliar, bastando apenas traçar as retas de ação do novo sistema de forças e o respectivo polígono funicular.

Exemplo:

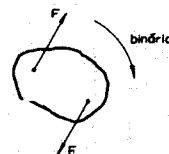


O ângulo  $\alpha$  pode ser qualquer, no entanto, comumente usa-se  $90^\circ$ .



## BINÁRIO

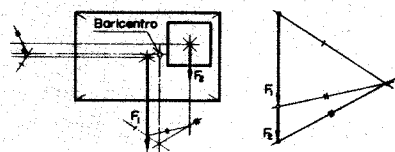
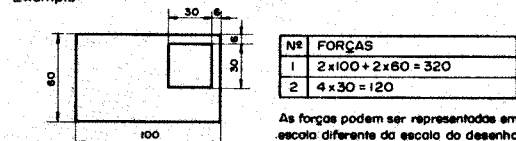
Chama-se binário um sistema de duas forças paralelas de sentidos contrários possuindo ambas intensidades iguais. Por meio do polígono funicular nota-se que este sistema não admite resultante como nos casos anteriores. Um binário aplicado a um sólido qualquer faz girá-lo em torno de um eixo perpendicular ao plano das forças



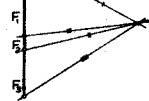
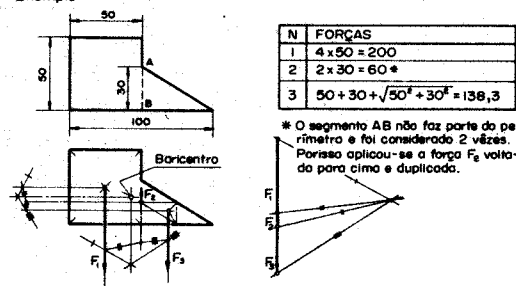
## DETERMINAÇÃO GRÁFICA DO BÂRICENTRO

I - De perímetros: basta decompor a figura em várias outras, mais simples, cujos baricentros são conhecidos. Em cada um desses baricentros são aplicadas forças de intensidade proporcional ao perímetro dessas figuras simples cuja resultante é determinada com o polígono funicular.

Exemplo:

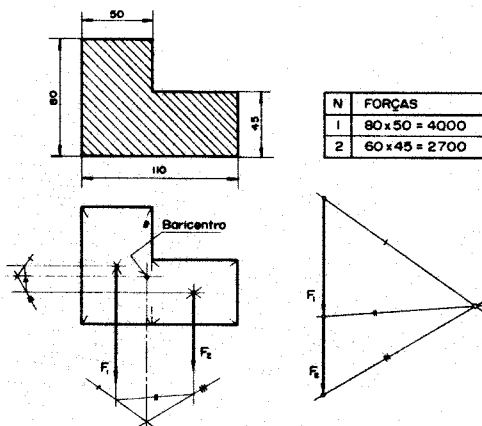


Exemplo:

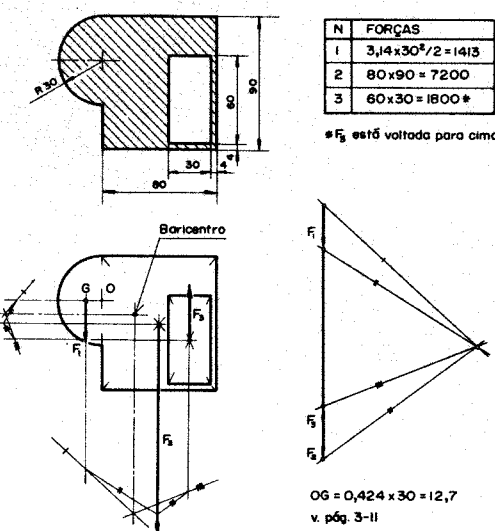


II - De superfícies planas: o método é análogo ao caso de perímetros diferindo apenas no fato das forças serem proporcionais às áreas e não aos perímetros.

Exemplo:



Exemplo:



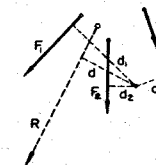
## DETERMINAÇÃO ANALÍTICA DE BÂRICENTROS

Tem como fundamento o teorema de Varignon:

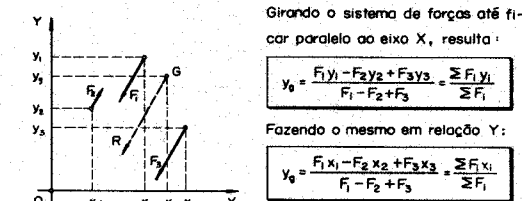
$$Rd = F_1 d_1 + F_2 d_2 - F_3 d_3$$

Consequência:

$$d = \frac{F_1 d_1 + F_2 d_2 - F_3 d_3}{R}$$

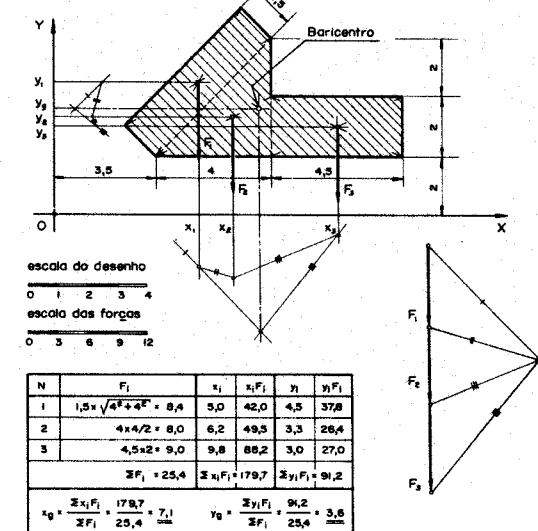


Esta última fórmula sugere um novo método para a determinação do baricentro de um sistema de forças paralelas coplanares.

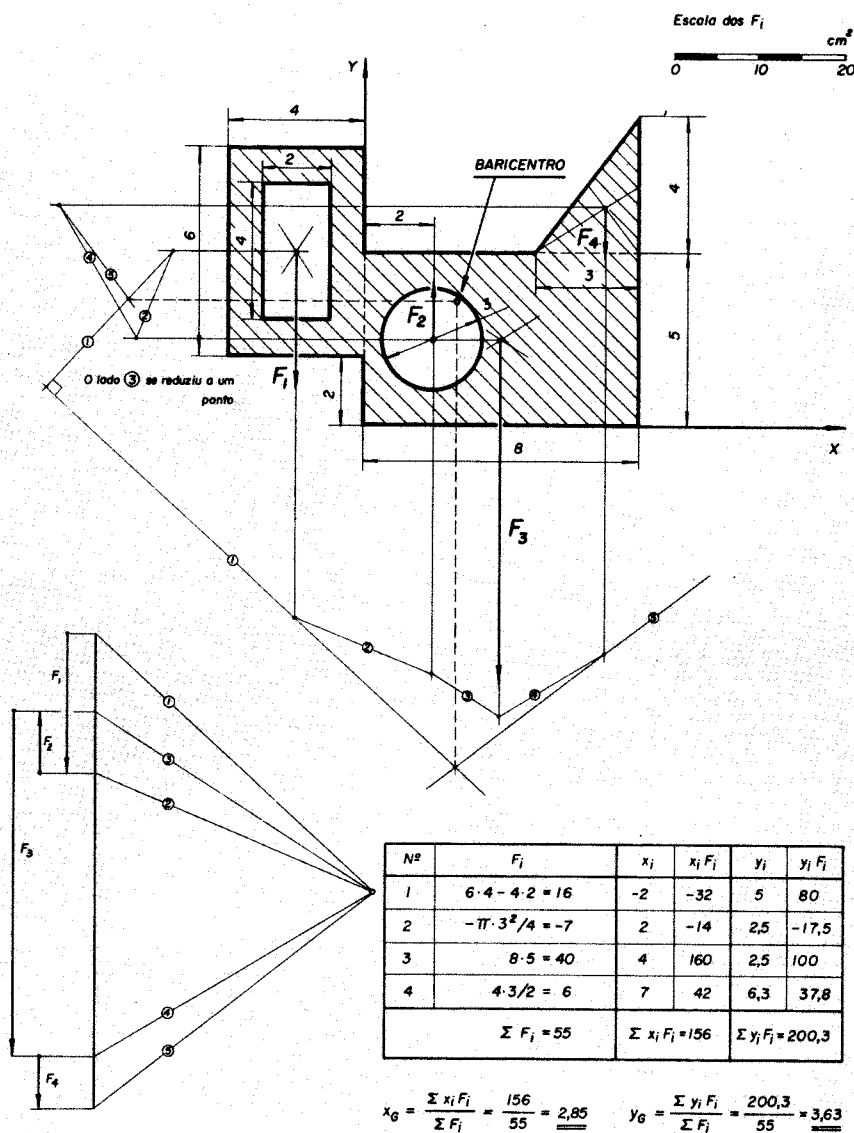


Os eixos X e Y são arbitrários.

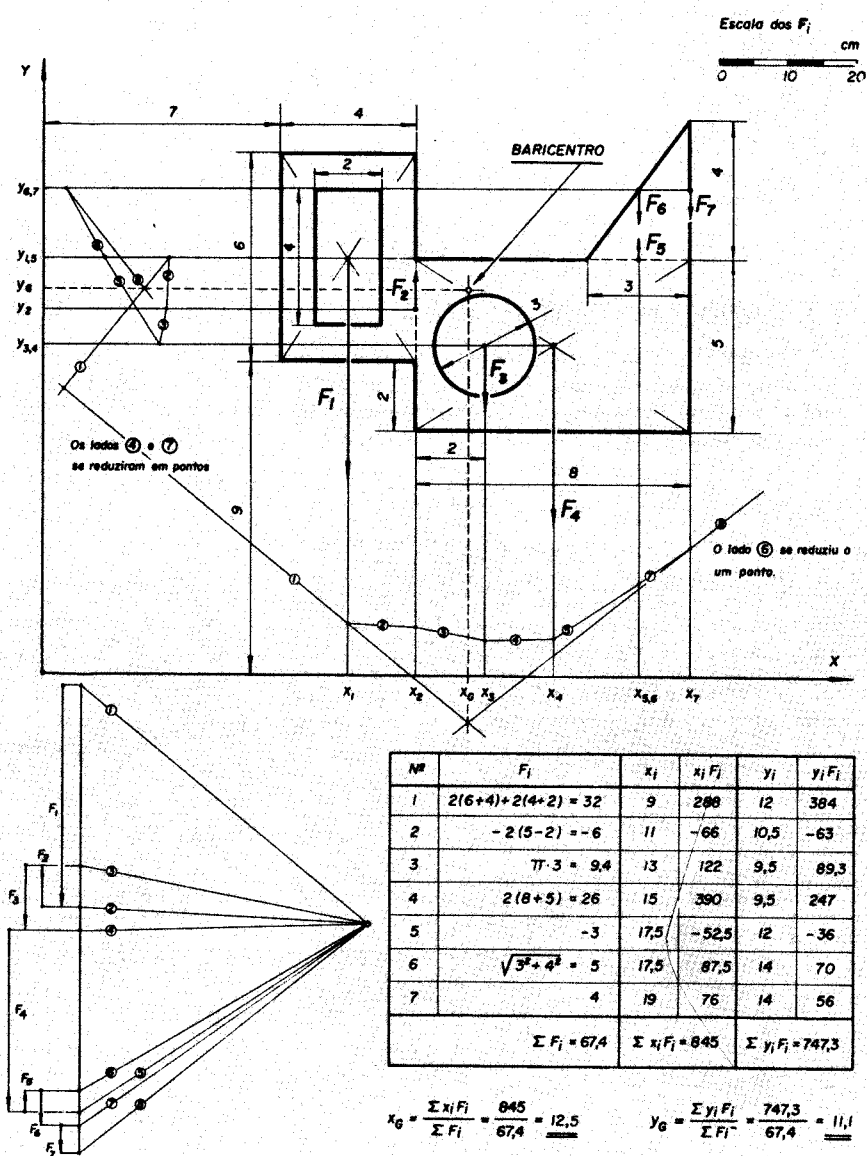
Comparação de métodos:



# BARICENTRO DA ÁREA

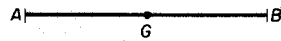


# BARICENTRO DO PERÍMETRO



# BARICENTRO DE LINHAS, SUPERFÍCIES E SÓLIDOS

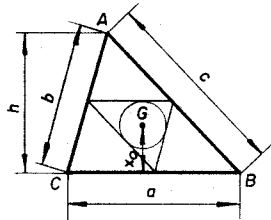
SEGMENTO DE RETA



G = ponto médio do segmento AB

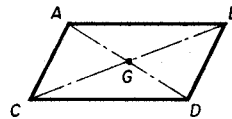
$$G = \frac{AB}{2}$$

PERÍMETRO DO TRIÂNGULO



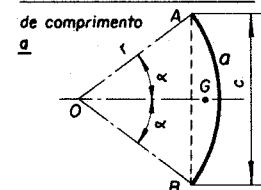
$$X_0 = \frac{h}{6} \frac{b+c}{a+b+c}$$

PERÍMETRO DO PARALELOGRAMO



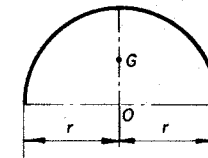
G = ponto de intersecção das diagonais

ARCO DE CIRCUNFERÊNCIA



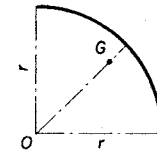
$$OG = \frac{rc}{a} = r \frac{\sin \alpha}{\alpha} = \frac{r \sin \alpha}{\alpha^\circ} \frac{180}{\pi}$$

SEMI-CIRCUNFERÊNCIA



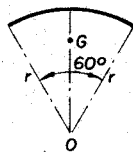
$$OG = \frac{2r}{\pi} = 0,6366r$$

1/4 DE CIRCUNFERÊNCIA



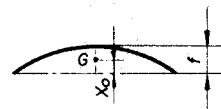
$$OG = \frac{2r\sqrt{2}}{\pi} = 0,9003r$$

1/6 DE CIRCUNFERÊNCIA



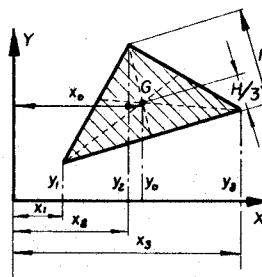
$$OG = \frac{3r}{\pi} = 0,9549r$$

ARCO PLANO QUALQUER



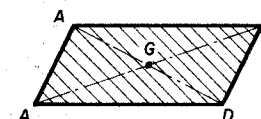
$$X_0 \approx \frac{2}{3} f$$

TRIÂNGULO



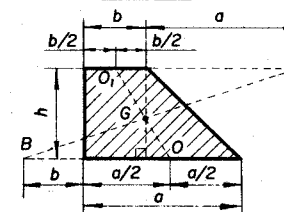
$$x_0 = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}; y_0 = \frac{y_1 + y_2 + y_3}{3}$$

PARALELOGRAMO



G = ponto de intersecção das diagonais

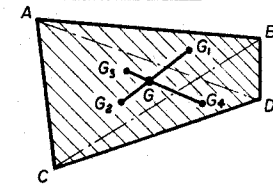
TRAPÉZIO



$$Q_G = \frac{h}{3} \frac{2a+b}{a+b}$$

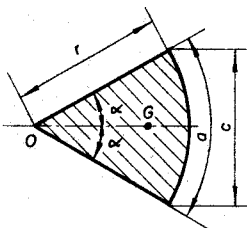
$$OG = \frac{h}{3} \frac{a+2b}{a+b}$$

QUADRILÁTERO



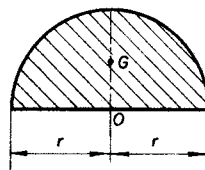
G<sub>1</sub> = Baricentro do triângulo ABD  
G<sub>2</sub> = Baricentro do triângulo ACD  
G<sub>3</sub> = Baricentro do triângulo ABC  
G<sub>4</sub> = Baricentro do triângulo BCD  
G = Baricentro do quadrilátero

SETOR CIRCULAR



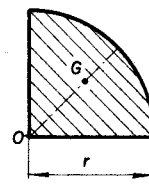
$$OG = \frac{2}{3} \frac{rc}{a} = \frac{2}{3} \frac{r \sin \alpha}{\alpha^\circ} \frac{180}{\pi}$$

SEMI-CÍRCULO



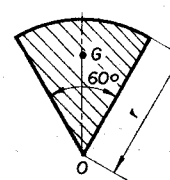
$$OG = \frac{2}{3} \frac{2r}{\pi} = 0,4244r$$

QUADRANTE DE CÍRCULO



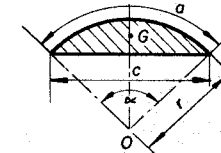
$$OG = \frac{4\sqrt{2}}{3\pi} r = 0,6002r$$

SEXTANTE DE CÍRCULO



$$OG = \frac{2r}{\pi} = 0,6365r$$

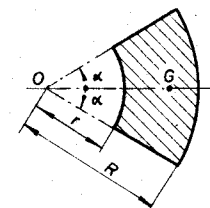
SEGMENTO CIRCULAR



$$OG = \frac{c^3}{12S} = \frac{2}{3} \frac{r^3}{S} \sin^3 \frac{\alpha}{2} = \frac{240r}{\pi \alpha^\circ - 180 \sin \alpha} \sin^3 \frac{\alpha}{2}$$

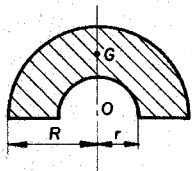
S = área do segmento

ARCO DE CORÔA CIRCULAR



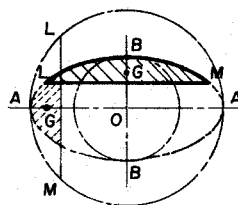
$$OG = \frac{2}{3} \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \frac{\sin \alpha}{\alpha^\circ} \frac{180}{\pi} = 38,2 \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \frac{\sin \alpha}{\alpha^\circ}$$

SEMI-ANEL CIRCULAR



$$OG = \frac{4}{3\pi} \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}$$

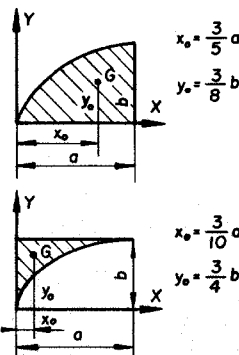
SEGMENTO ELÍPTICO



$$OG = \frac{240r}{\pi \alpha^2 - 180 \sin \alpha} \sin \frac{\alpha}{2}$$

$r = OB$  se LM paralela AA  
 $r = OA$  se LM paralela BB

SEGMENTO PARABÓLICO



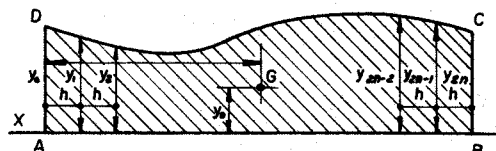
$$x_0 = \frac{3}{5} a$$

$$y_0 = \frac{3}{8} b$$

$$x_0 = \frac{3}{10} a$$

$$y_0 = \frac{3}{4} b$$

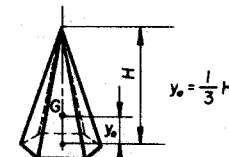
SUPERFÍCIE PLANA QUALQUER



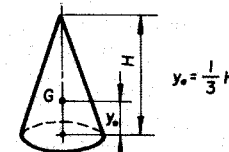
$$x_0 = h \frac{1 \cdot 4y_1 + 2 \cdot 2y_2 + 3 \cdot 4y_3 + \dots + (2n-1)4y_{2n-1} + 2n2y_{2n}}{y_0 + 4y_1 + 2y_2 + \dots + 2y_{2n-2} + 4y_{2n-1} + y_{2n}}$$

$$y_0 = \frac{1}{2} \frac{y_0^2 + 4y_1^2 + 2y_2^2 + 4y_3^2 + \dots + 2y_{2n-2}^2 + 4y_{2n-1}^2 + y_{2n}^2}{y_0 + 4y_1 + 2y_2 + \dots + 2y_{2n-2} + 4y_{2n-1} + y_{2n}}$$

SUPERFÍCIE LATERAL DA  
PIRÂMIDE E DO CONE

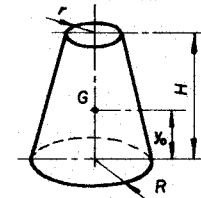


$$y_0 = \frac{1}{3} H$$



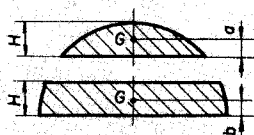
$$y_0 = \frac{1}{3} H$$

SUPERFÍCIE LATERAL DO  
TRONCO DE CONE



$$y_0 = \frac{h}{3} \frac{R+2r}{R+r}$$

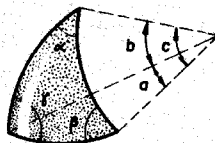
SUPERFÍCIE DA CALOTA  
E ZONA ESFÉRICA



$$a = \frac{1}{2} H$$

$$b = \frac{1}{2} H$$

TRIÂNGULO ESFÉRICO

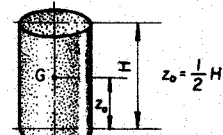


$$x = \frac{r}{2} \frac{a - b \cos \gamma - c \cos \beta}{\alpha + \beta + \gamma + 180} \frac{180}{\pi}$$

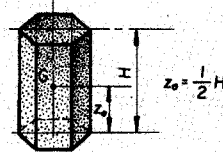
$$y = \frac{r}{2} \frac{b - c \cos \alpha - a \cos \gamma}{\alpha + \beta + \gamma + 180} \frac{180}{\pi}$$

$$z = \frac{r}{2} \frac{c - a \cos \beta - b \cos \alpha}{\alpha + \beta + \gamma + 180} \frac{180}{\pi}$$

VOLUME DO CILINDRO  
E DO PRISMA

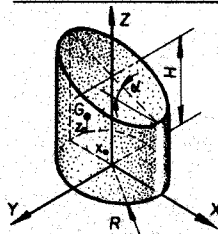


$$z_0 = \frac{1}{2} H$$



$$z_0 = \frac{1}{2} H$$

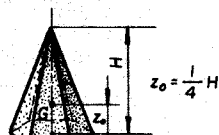
VOLUME DO TRONCO  
DE CILINDRO CIRCULAR



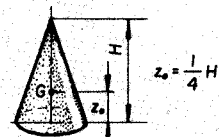
$$x_0 = \frac{r^2}{4} \frac{\tan \alpha}{H}$$

$$z_0 = \frac{H}{2} + \frac{r^2}{2} \frac{\tan^3 \alpha}{H}$$

VOLUME DA PIRÂMIDE  
E DO CONE

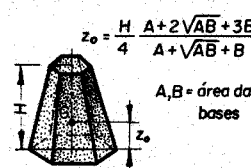


$$z_0 = \frac{1}{4} H$$



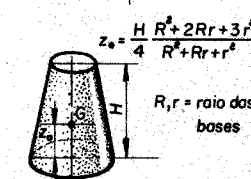
$$z_0 = \frac{1}{4} H$$

VOLUME DO TRONCO DE  
PIRÂMIDE E DO CONE



$$z_0 = \frac{H}{4} \frac{A + 2\sqrt{AB} + 3B}{A + \sqrt{AB} + B}$$

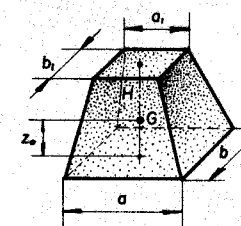
A, B = área das bases



$$z_0 = \frac{H}{4} \frac{R^2 + 2Rr + 3r^2}{R^2 + Rr + r^2}$$

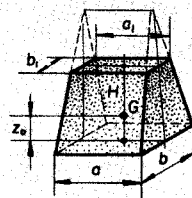
R, r = raio das bases

VOLUME DO OBELISCO



$$z_0 = \frac{H}{2} \frac{ab + ab_1 + a_1b + 3a_1b_1}{2ab + ab_1 + a_1b + 2a_1b_1}$$

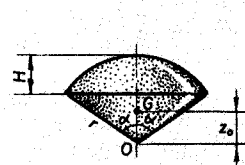
VOLUME DA CUNHA



$$z_0 = \frac{H}{2} \frac{a+a_1}{2a+a_1}$$

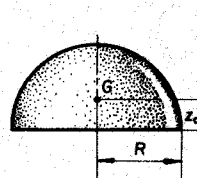
$$b_1 = 0$$

VOLUME DO SETOR  
ESFÉRICO



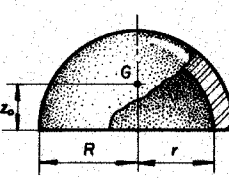
$$z_0 = \frac{3}{8} (2r-H) = \frac{3}{8} r (1 + \cos \alpha)$$

VOLUME DA SEMI-ESFERA



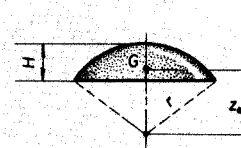
$$z_0 = \frac{3}{8} R$$

VOLUME DA SEMI-ESFERA  
ÔCA



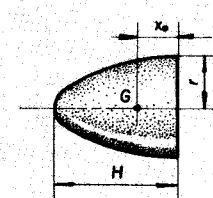
$$z_0 = \frac{3}{8} \frac{R^4 - r^4}{R^3 - r^3}$$

VOLUME DO SEGMENTO  
ESFÉRICO



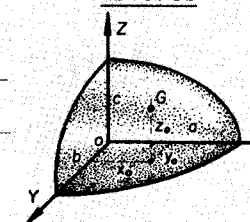
$$z_0 = \frac{3}{4} \frac{(2r-H)^2}{3r-H}$$

PARABOLÓIDE



$$z_0 = \frac{1}{3} H$$

ELIPSÓIDE



$$x_0 = \frac{3}{8} a$$

$$y_0 = \frac{3}{8} b$$

$$z_0 = \frac{3}{8} c$$

# CONDIÇÕES DE EQUILÍBRIO

## VÍNCULOS

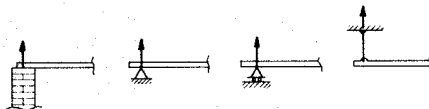
Um corpo qualquer, situado numa superfície plana possui três liberdades de movimento:

- deslocamento vertical
- deslocamento horizontal
- rotação

Vincular este corpo significa impedir algumas ou todas as possibilidades de movimento, por meio de vínculos que se opõem às forças externas. Logo, existem três tipos de vínculos:

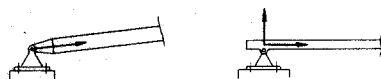
### 1 - Vínculos simples, tirante ou apoio simples:

Impede o deslocamento numa determinada direção.



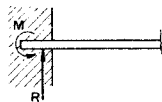
### 2 - Vínculo duplo, articulação ou apoio fixo:

Impede qualquer deslocamento, mas permite a rotação.

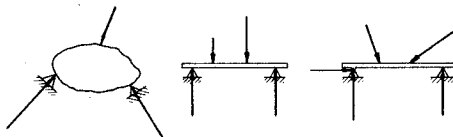


### 3 - Vínculo triplo, engastamento:

Impede qualquer possibilidade de movimento.



Para que um corpo fique em equilíbrio sob a ação de um sistema de forças é necessário que sejam eliminadas as possibilidades de movimento, o que poderá ser obtido por meio de vínculos.



Os corpos que apresentam os vínculos necessários e suficientes para o seu equilíbrio, são chamados isostáticos.

Se possuem um número insuficiente de vínculos, são ditos hipostáticos.

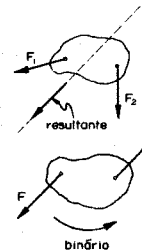
No caso em que o número de vínculos é superior ao necessário, são ditos hiperestáticos.



## EQUILÍBRIO DOS CORPOS

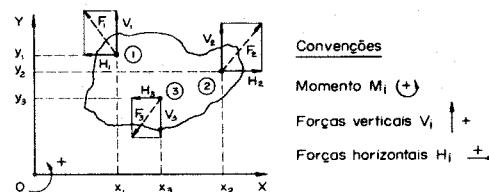
Quando o sistema de forças aplicadas num corpo se reduzir a uma única força resultante, o corpo deslocar-se-á em movimento retilíneo, segundo a direção dessa resultante.

Quando o sistema se reduzir a um binário, o corpo sofrerá uma rotação.



Para o corpo permanecer em equilíbrio é necessário que ele não tenha nenhum desses movimentos, determinando assim duas condições de equilíbrio: a resultante e o momento em relação a qualquer ponto devem se anular.

No caso em que o sistema é coplanar, o problema pode ser resolvido decompondo-se as forças em duas direções X e Y perpendiculares, obtendo-se dessa maneira, 3 condições de equilíbrio:



### Convenções

Momento  $M_i$  (+)

Forças verticais  $V_i$  ↑ +

Forças horizontais  $H_i$  → +

1ª condição: impede a rotação.

$$\sum M_i = 0 \quad \therefore H_1 y_1 + V_1 x_1 - H_2 y_2 + V_2 x_2 + H_3 y_3 - V_3 x_3 = 0$$

2ª condição: impede deslocamento vertical.

$$\sum V_i = 0 \quad \therefore V_1 + V_2 - V_3 = 0$$

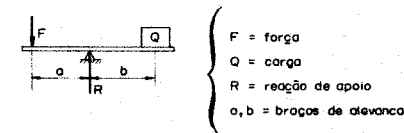
3ª condição: impede deslocamento horizontal.

$$\sum H_i = 0 \quad \therefore -H_1 + H_2 - H_3 = 0$$

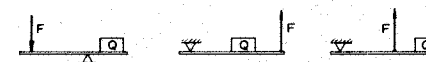
## ALAVANCAS

Alavanca é uma barra rígida, reta ou curva, móvel em torno de um eixo denominado ponto de apoio.

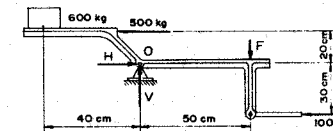
Para resolver problemas sobre alavanca, aplica-se as condições de equilíbrio.



Tipos de alavancas:



Calcular a reação de apoio e a força F para equilibrar a alavanca em figura.



1ª condição:  $\sum M_i = 0$  em relação ao ponto O.

$$600 \times 40 + 500 \times 20 - F \times 50 - 100 \times 30 = 0$$

$$600 \times 40 + 500 \times 20 - 100 \times 30 = F \times 50$$

$$F = \frac{600 \times 40 + 500 \times 20 - 100 \times 30}{50} = 620 \text{ kg}$$

2ª condição:  $\sum V_i = 0$

$$-600 + V - 620 = 0 \quad \therefore V = 600 + 620 = 1220 \text{ kg}$$

3ª condição:  $\sum H_i = 0$

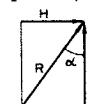
$$-500 + H - 100 = 0 \quad \therefore H = 500 + 100 = 600 \text{ kg}$$

Reação de apoio R:  $R = \sqrt{H^2 + V^2}$

$$R = \sqrt{600^2 + 1220^2} = 1360 \text{ kg}$$

$$\text{tg } \alpha = 600/1220 = 0,4918$$

$$\alpha = 26^\circ 10'$$



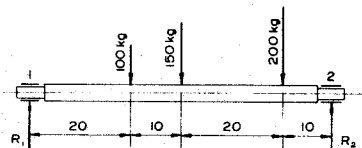
# REAÇÕES DE APOIO

## REAÇÕES DE APÓIO

A determinação das reações de apoio de um corpo é feita aplicando-se as três condições de equilíbrio. O problema pode ser resolvido analiticamente ou graficamente.

## EXEMPLOS

- Calcular as reações  $R_1$  e  $R_2$  dos mancais do eixo em figura.



### Método analítico

1ª condição:  $\sum M_i = 0$  (+)

Convém calcular os momentos em relação ao ponto onde houver maior número de forças incógnitas. Neste exemplo são os pontos 1 e 2. Escolhendo o ponto 1 e o sentido anti-horário como positivo, resulta:

$$-100 \times 20 - 150 \times 30 - 200 \times 50 + R_2 \times 60 = 0$$

Esta equação fornece o valor de  $R_2$ :

$$R_2 = \frac{100 \times 20 + 150 \times 30 + 200 \times 50}{60} = 275 \text{ kg}$$

2ª condição:  $\sum V_i = 0$  (+)

Convencionando como forças positivas as forças voltadas para cima, resulta:

$$R_1 - 100 - 150 - 200 + 275 = 0$$

Esta equação fornece o valor de  $R_1$ :

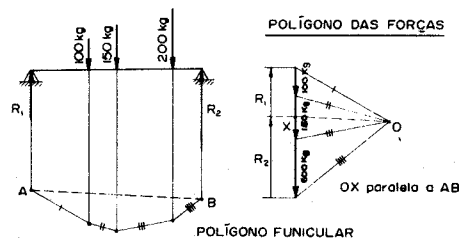
$$R_1 = 100 + 150 + 200 - 275 = 175 \text{ kg}$$

3ª condição:  $\sum H_i = 0$  (+)

Esta condição não é aplicada neste problema devido à inexistência de forças horizontais.

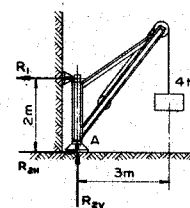
### Método gráfico:

Neste processo as reações de apoio são determinadas com auxílio do polígono funicular.



- Calcular gráfica e analiticamente as reações de apoio do guindaste de parede na figura abaixo.

### Método analítico



$\sum M_i = 0$  (+) ponto A

$$-4 \times 3 + R_1 \times 2 = 0 \quad R_1 = \frac{4 \times 3}{2} = 6 \text{ t}$$

$\sum V_i = 0$  (+)

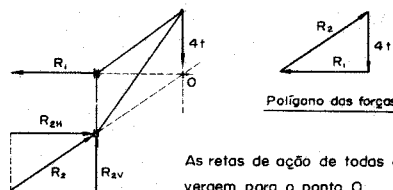
$$R_{2V} - 4 = 0 \quad R_{2V} = 4 \text{ t}$$

$\sum H_i = 0$  (+)

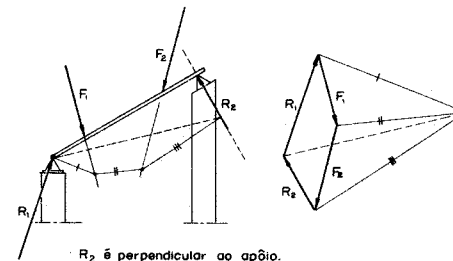
$$R_{2H} - 6 = 0 \quad R_{2H} = 6 \text{ t}$$

$$R = \sqrt{R_{2V}^2 + R_{2H}^2} = \sqrt{6^2 + 4^2} = 7,2 \text{ kg}$$

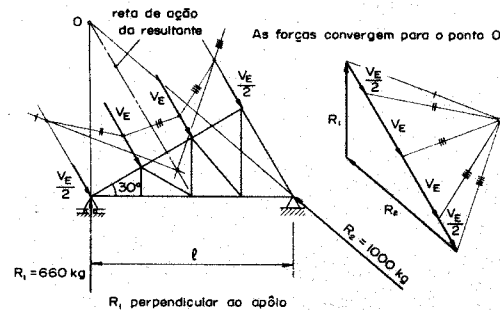
### Método gráfico:



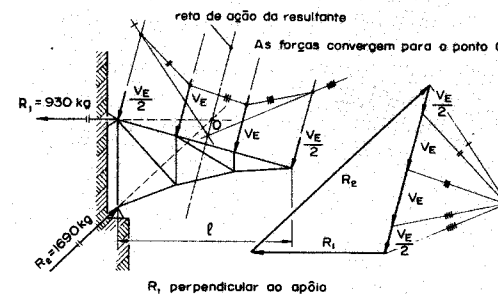
- Calcular graficamente as reações de apoio da viga inclinada na figura.



- A tesoura da figura abaixo está sujeita à ação do vento da esquerda com intensidade  $V_E = 500 \text{ kg}$ . Calcular graficamente as reações de apoio, dado: vão  $\ell = 7 \text{ m}$ .



- Calcular graficamente as reações de apoio da marquise em figura, sujeita à ação do vento  $V_E = 400 \text{ kg}$ , dado: lance  $\ell = 6 \text{ m}$ .





# RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS

Os valores abaixo tabelados são de orientação. Para valores mais exatos consultar fornecedores ou I.P.T.

## DIAGRAMA TENSÃO-DEFORMAÇÃO

A experiência ensina que a ação de qualquer força sobre um corpo altera a sua forma, isto é, provoca uma deformação (alongamento).

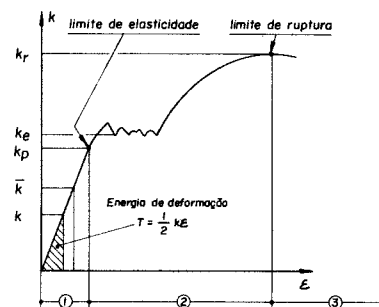
A relação entre a força  $P$  que atua e a área  $S$  que resiste, recebe o nome de tensão  $k$ .

$$k = \frac{P}{S} \quad [\text{kg/cm}^2]$$

A relação entre o alongamento total  $\Delta \ell$  e o comprimento inicial  $\ell$ , é o alongamento unitário  $E$ .

$$E = \frac{\Delta \ell}{\ell} \quad [\text{mm/mm}] \text{ ou } [\%]$$

Aumentando-se a tensão, a deformação também vai aumentando e os resultados da experiência podem ser mostrados pelo gráfico ao lado, marcando em abscissas as deformações (alongamento unitário) e em ordenadas as tensões.



Este gráfico apresenta as seguintes zonas:

- 1 - zona elástica: deformação transitória
- 2 - zona plástica: deformação permanente
- 3 - zona de ruptura

Até o limite de elasticidade, o gráfico é uma reta. Neste trecho é válida a lei de Hook: "As deformações são diretamente proporcionais às tensões que as produzem".

logo:  $\sigma = E \cdot \epsilon$  ( $E$  = módulo de elasticidade normal)

$\tau = G \cdot \gamma$  ( $G$  = módulo de elasticidade tangencial)

$$G = \frac{1}{2} \cdot \frac{m}{m+1} \cdot E$$

$m = \frac{E}{E_1}$  coeficiente de Poisson

Para os aços em geral:

$m \approx 10/3$  ;  $G \approx 2/3 E$

Para os outros metais:

$m = 2,5 \div 4$

SIMBOLOGIA	Geral	Tração	Compres.	Cisalh.	Flexão	Torção
Tensão de ruptura	$k_r$	$\sigma_{tr}$	$\sigma_{cr}$	$\tau_{cr}$	$\sigma_{fr}$	$\tau_{tr}$
Tensão de escoamento	$k_e$	$\sigma_{te}$	$\sigma_{ce}$	$\tau_{ce}$	$\sigma_{fe}$	$\tau_{fe}$
Tensão admissível	$k$	$\sigma_t$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_f$	$\tau_f$
Tensão de trabalho	$k$	$\sigma_t$	$\sigma_c$	$\tau_c$	$\sigma_f$	$\tau_f$
Deform. unit. longitudinal	—	$\epsilon$	$\epsilon$	$\gamma$	$\epsilon$	$\gamma$
Deform. unit. transversal	—	$\epsilon_t$	$\epsilon_t$	—	—	—
Módulo de elasticidade	—	$E$	$E$	$G$	$E$	$G$

A tensão de trabalho  $k$  deve ser bem inferior à tensão de ruptura.

$n$  = coeficiente de segurança

$$k = \frac{k_r}{n} \quad n = A \cdot B \cdot C \cdot D$$

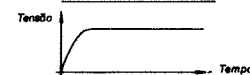
A tensão de trabalho nunca deve ultrapassar a tensão admissível  $k$ .

$$\left. \begin{aligned} A &= \frac{k_r}{k_p} = \begin{cases} 2 & \text{para materiais comuns} \\ 1,5 & \text{para aço Ni Cr, forjado e temperado} \end{cases} \\ B &= \begin{cases} 1 & \text{para carga contínua} \\ 2 & \text{para carga intermitente} \\ 3 & \text{para carga alternada} \end{cases} \\ C &= \begin{cases} 1 & \text{para carga aplicada lenta e gradualmente} \\ 2 & \text{para carga aplicada repentinamente (choque)} \end{cases} \\ D &= \begin{cases} \text{Fator de precaução: prevê cargas acidentais, sobre-cargas, imperfeições do material, etc.} \\ \text{Para materiais de boa procedência, sem sobre-carga:} \\ D = 1,5 \text{ para os aços e } D = 2 \text{ para o ferro fundido.} \end{cases} \end{aligned} \right\}$$

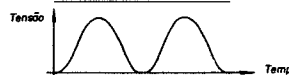
## CARACTERÍSTICA DOS PRINCIPAIS MATERIAIS EMPREGADOS NAS CONTRUÇÕES MECÂNICAS

CLASSIF. ABNT		AÇOS										AÇOS FUNDIDOS						
		1010		1020		1030		1040		1050		3525 AF	4524 AF	6015 AF	6020 AF	7010 AF		
		laminado	trefilado	laminado	trefilado	laminado	trefilado	laminado	trefilado	laminado	trefilado	—	—	—	—	—		
Características mecânicas	$\sigma_T$	33	37	39	43	48	53	53	60	63	70	35	45	60	60	70		
	$\sigma_E$	18	31	21	36	26	45	29	50	35	59	—	22	42	—	—		
	Along. % 10 cm	28	20	25	15	20	12	18	12	5	10	25	24	15	20	10		
	HB (kg/mm <sup>2</sup> )	95	105	111	121	137	149	149	170	179	197	—	130	170	180	200		
Solicitação		TENSÃO ADMISSÍVEL SEGUNDO BACH (kg/mm <sup>2</sup> )																
$\sigma_T$	I	8,0	10,0	10,0	14,0	13,5	15,5	15,0	21,0	20,0	22,0	6,5-10,0	10,0-15,0	12,5-19,0	12,5-19,0	14,0-21,0		
	II	5,0	6,5	6,5	9,0	8,5	10,0	9,5	13,5	12,5	14,5	4,5-6,5	6,5-9,5	8,0-12,0	8,0-12,0	9,0-13,0		
	III	3,5	4,5	4,5	6,5	6,0	7,5	7,0	9,0	8	10,0	3,0-4,5	4,5-7,0	5,5-8,5	5,5-8,5	6,0-9,5		
$\sigma_C$	I	8,0	10,0	10,0	14,0	13,5	15,5	15,0	21,0	20,0	22,0	7,5-11,0	11,5-16,5	14,0-20,5	14,0-20,5	15,5-23,0		
	II	5,0	6,5	6,5	9,0	8,5	10,0	9,5	13,5	12,5	14,5	4,5-7,0	7,0-10,5	8,5-13,0	8,5-13,0	9,5-14,5		
	III	3,5	4,5	4,5	6,5	6,0	7,5	7,0	9,0	8,0	10,0	3,0-4,5	4,5-7,0	5,5-8,5	5,5-8,5	6,0-9,5		
$\sigma_F$	I	8,5	11,0	11,0	15,0	14,5	17,0	16,5	23,0	22,0	24,0	7,5-11,0	11,0-16,5	14,0-20,5	14,0-20,5	15,5-23,0		
	II	5,5	7,0	7,0	10,0	9,5	11,0	10,5	15,0	14,0	16,0	4,5-7,0	7,0-10,5	8,5-13,0	8,5-13,0	9,5-14,5		
	III	4,0	5,0	5,0	7,0	6,5	8,0	7,5	10,5	9,5	11,5	3,5-5,0	5,0-7,5	6,0-9,0	6,0-9,0	7,0-10,5		
$\tau_C$	I	5,0	6,5	6,5	8,5	8,0	10,0	9,5	12,5	11,5	13,5	4,5-6,5	6,5-9,5	8,0-12,0	8,0-12,0	9,0-13,0		
	II	3,0	4,0	4,0	5,5	5,0	6,5	6,0	8,0	7,0	9,0	2,5-4,0	4,0-6,0	4,5-7,5	4,5-7,5	5,5-8,4		
	III	2,0	3,0	3,0	4,0	3,5	5,0	4,5	6,0	5,0	7,0	2,0-3,0	3,0-4,5	3,5-5,5	3,5-5,5	4,0-6,0		

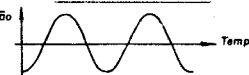
I - carregamento estático (vigas)



II - carregamento intermitente (dentes de eng.)



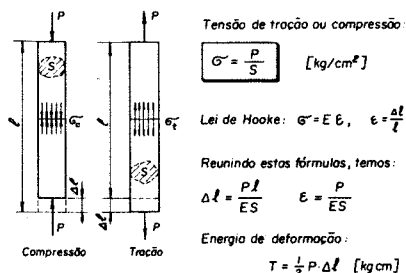
III - carregamento alternado (eixos)



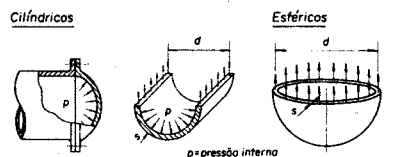
$$\sigma_c \approx (2/3 \div 3/4) \sigma_r$$

MATERIAL	Módulo de elasticidade		Tensão de ruptura (kg/cm <sup>2</sup> )		Tensão de escoamento (kg/cm <sup>2</sup> )		Tensão admissível (kg/cm <sup>2</sup> )	
	$E$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$G$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{tr} = \sigma_{tr}$	$\sigma_{cr}$	$\sigma_{te} = \sigma_{te}$	$\sigma_{ce}$	$\sigma_t = \sigma_t$	$\sigma_c = \sigma_c$
Aço fundido	2 000 000	850 000	5040	5040	3600	2736	2000	—
Aço para estruturas	2 000 000	850 000	4320	4320	3240	2520	1900	1400
Aço doce	2 200 000	850 000	4680	5760	2376	3240	4320	2400
Aço meio carbono	2 000 000	850 000	5760	7200	2880	4320	5760	3200
Aço duro	2 000 000	850 000	8640	11520	4320	7200	10080	5400
Alumínio fundido	700 000	—	1080	864	864	468	396	350
Alumínio laminado	700 000	—	1872	—	—	936	—	700
Alvenaria de tijolo	—	—	—	200	—	—	—	5-10
Borracha	1000	—	—	—	—	—	—	—
Branze fosforoso	1 000 000	—	3600	—	—	1728	—	—
Cobre fundido	—	—	1800	2880	2160	432	—	—
Cobre em fios	1 200 000	—	—	—	—	—	—	600-1000
Cobre laminado	1 200 000	480 000	2520	2304	—	720	—	—
Concreto	144 000	—	—	—	—	—	—	40-50
Duralumínio	750 000	—	5400	—	—	3400	—	1000
Ferro fundido	800 000	—	1296	5760	1440	432	1440	300
Ferro forjado	2 000 000	700 000	3600	3600	3024	1944	1944	1400
Latão comum	650 000	—	1512	2160	2592	432	—	300
Madeira (II fibra)	108 000	—	720	460	—	237	150	—
Pinho (II fibra)	105 225	—	—	—	—	—	—	80-100
Pinho (I fibra)	105 225	—	—	—	—	—	—	87,3
Pedra	504 000	—	—	—	—	—	—	51,4
Textolite (fibra)	300 000	—	1270	1680	—	750	1150	—

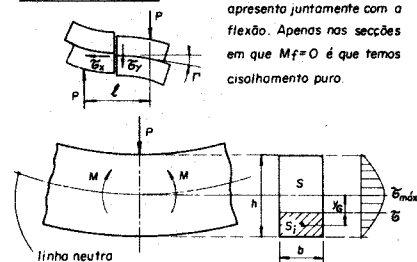
## ESFÔRÇO NORMAL (TRAÇÃO OU COMPRESSÃO)



## RECIPIENTES SOB PRESSÃO



## CISALHAMENTO



Os valores médios são:

Tensão de cisalhamento:

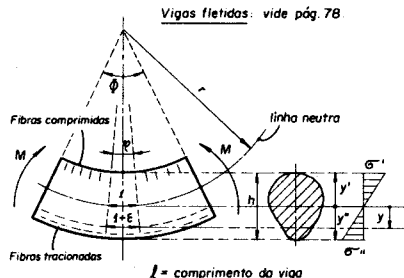
$$\sigma_c = \frac{P}{S} \quad [\text{kg/cm}^2]$$

Deformação ang. unit.:  $\gamma = \frac{\sigma_c}{G} \quad [\text{rad/cm}]$

Deformação total:  $\Gamma = \gamma l \quad [\text{rad}]$

Energia de deformação:  $T = \frac{1}{2} P \Gamma = \frac{P^2 l}{2 G S} \quad [\text{kg cm}]$

## FLEXÃO



Tensão normal em um ponto qualquer da seção:  $\sigma = \frac{M y}{J}$

Como  $\frac{l + \epsilon}{r} = \frac{r + y}{r}$ ,  $\epsilon = \frac{y}{r}$ . Pela lei de Hooke:  $\sigma = E \epsilon$

Logo:  $\frac{M y}{J} = E \frac{y}{r} = E \varphi \quad \varphi = \frac{M}{E J}$

$W' = \frac{J}{y}$  = módulo de resistência da parte comprimida  $\left\{ \begin{array}{l} \sigma' = \frac{M_f}{W'} \\ \sigma'' = \frac{M_f}{W''} \end{array} \right.$

$W'' = \frac{J}{y} =$  módulo de resistência da parte traçada

Em geral:  $\sigma' = \sigma'' = \sigma$ ,  $y' = y'' = \frac{h}{2}$ , temos:

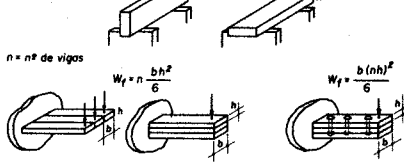
Tensão de flexão:  $\sigma_f = \frac{M_f}{W_f} \quad [\text{kg/cm}^2]$

Ângulo de curvatura unitário:  $\frac{1}{r} = \varphi = \frac{M_f}{E J} \quad [\text{rad/cm}]$

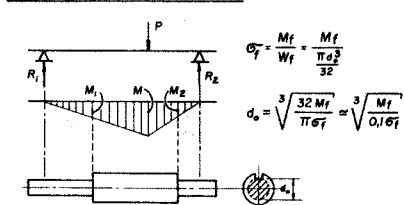
Ângulo de curvatura total:  $\phi = \varphi l = \frac{M_f l}{E J} \quad [\text{rad}]$

Energia de deformação:  $T = \frac{1}{2} M_f \phi = \frac{M_f^2 l}{2 E J} = \frac{E J \phi^2}{2 l} \quad [\text{kg cm}]$

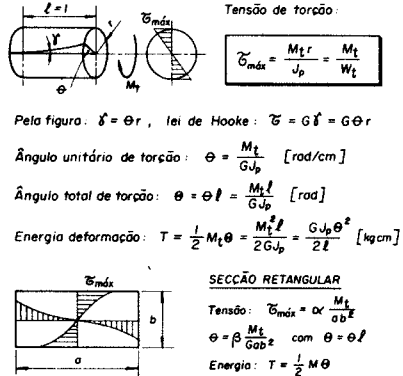
## VIGAS



## DIÂMETRO DOS EIXOS A FLEXÃO

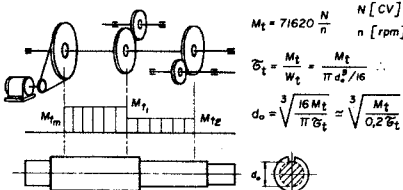


## TORÇÃO



a/b	1,0	1,1	1,2	1,25	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,75	1,8
α	4,8	4,67	4,57	4,52	4,48	4,40	4,33	4,27	4,21	4,18	4,16
β	7,11	6,49	6,02	5,82	5,65	5,35	5,11	4,91	4,74	4,67	4,6
a/b	2	2,25	2,5	3	4	5	6	8	10	20	∞
α	4,07	3,97	3,88	3,74	3,55	3,43	3,35	3,26	3,20	3,10	3
β	4,37	4,16	4,01	3,80	3,56	3,43	3,35	3,26	3,20	3,10	3

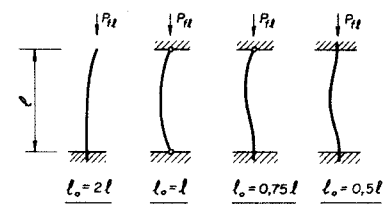
## DIÂMETRO DOS EIXOS A TORÇÃO



VALORES DE  $\sigma_c / W$  PARA O PINHO DO PARANÁ  $[\text{kg/cm}^2]$

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	1346	1346	1346	1333	1333	1320	1320	1308	1308	1296
30	1296	1284	1284	1273	1273	1261	1261	1250	1239	1239
40	1228	1228	1217	1207	1207	1197	1186	1176	1176	1167
50	1157	1148	1138	1138	1129	1120	1111	1102	1094	1085
60	1077	1069	1061	1053	1045	1037	1029	1022	1007	1000
70	993	986	972	966	959	946	940	933	921	915
80	905	897	886	880	870	864	854	843	833	828
90	819	809	806	795	787	778	769	761	753	745
100	737	729	722	714	707	700	693	683	676	670
110	664	654	648	642	633	628	618	606	596	586
120	576	567	559	549	538	530	522	515	505	498
130	491	483	476	468	462	455	448	442	435	429
140	423	417	411	406	400	394	389	384	378	373
150	368	364	359	354	350	345	341	337	332	328
160	324	320	316	312	308	304	301	297	293	290
170	287	283	280	277	274	271	268	265	262	259
180	256	253	250	247	245	242	240	237	235	232
190	230	227	225	223	220	218	216	214	211	209
200	207	—	—	—	—	—	—	—	—	—

## FLAMBAGEM



Fórmula de Euler:

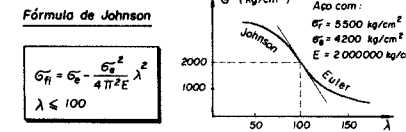
$$\sigma_{fl} = \frac{\pi^2 E J_{\min}}{l_o^2 S}$$

$\lambda \geq 100$

$l_o =$  comprimento de flambagem

$\lambda = l_o / \rho_{\min}$  = índice de esbelteiz

$\rho_{\min} = \sqrt{\frac{J_{\min}}{S}}$  = raio de inércia ou de giração



É aconselhável usar as seguintes coeficientes de segurança:

$n = 5$  para aço e ferro

$n = 8$  para ferro fundido

$n = 10$  para madeira

$n = 30$  para solicitação dinâmica

Estruturas:

$\lambda_{\max} = 200$  carga permanente

$\lambda_{\max} = 120$  carga móvel

$\lambda_o = 100$  ferro e análogos

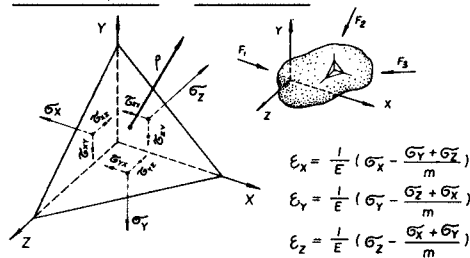
$\lambda_o = 87$  para madeira

VALORES DE  $\sigma_c / W$  PARA O AÇO ABNT 1015  $\sigma_c = 1400 \text{ kg/cm}^2$

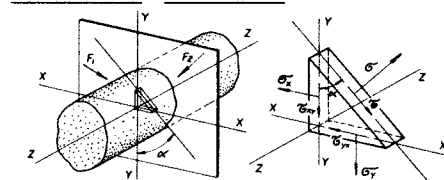
λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	1346	1346	1346	1333	1333	1320	1320	1308	1308	1296
30	1296	1284	1284	1273	1273	1261	1261	1250	1239	1239
40	1228	1228	1217	1207	1207	1197	1186	1176	1176	1167
50	1157	1148	1138	1138	1129	1120	1111	1102	1094	1085
60	1077	1069	1061	1053	1045	1037	1029	1022	1007	1000
70	993	986	972	966	959	946	940	933	921	915
80	905	897	886	880	870	864	854	843	833	828
90	819	809	806	795	787	778	769	761	753	745
100	737	729	722	714	707	700	693	683	676	670
110	664	654	648	642	633	628	618	606	596	586
120	576	567	559	549	538	530	522	515	505	498
130	491	483	476	468	462	455	448	442	435	429
140	423	417	411	406	400	394	389	384	378	373
150	368	364	359	354	350	345	341	337	332	328
160	324	320	316	312	308	304	301	297	293	290
170	287	283	280	277	274	271	268	265	262	259
180	256	253	250	247	245	242	240	237	235	232
190	230	227	225	223	220	218	216	214	211	209
200	207	—	—	—	—	—	—	—	—	—

## TENSÕES

### Sistema espacial - estado triaxial



### Sistema plano - estado biaxial



$$\sigma = \sigma_x \cos^2 \alpha + \sigma_y \sin^2 \alpha + \tau_{xy} \sin 2\alpha$$

$$\text{mas sendo } \tau_{xy} = \tau_{yx}, \text{ vem: } \begin{cases} \sigma = \sigma_x \cos^2 \alpha + \sigma_y \sin^2 \alpha + \tau_{xy} \sin 2\alpha \\ \tau = \frac{1}{2} (\sigma_x - \sigma_y) \sin 2\alpha - \tau_{xy} \cos 2\alpha \end{cases}$$

Nos eixos principais  $\xi$  e  $\eta$  as tensões normais são máximas e as tensões tangenciais nulas.

$$\text{Fazendo referência a } \xi \text{ e } \eta: \begin{cases} \sigma = \sigma_\xi \cos^2 \alpha + \sigma_\eta \sin^2 \alpha \\ \tau = \frac{1}{2} (\sigma_\xi - \sigma_\eta) \sin 2\alpha \end{cases}$$

$$\text{A } 45^\circ \text{ com os eixos principais as tensões tangenciais são máximas. Logo: } \tau_{\max} = \frac{1}{2} (\sigma_\xi - \sigma_\eta)$$

Nos eixos principais não há escorregamento, verifica-se apenas alongamento ou encurtamento.

Baseando o dimensionamento na hipótese de ruptura pela máxima deformação axial e introduzindo o coeficiente de correção  $\alpha_o$ , sugerido por Bach, temos:

$$\frac{\sigma_{\xi}}{\sigma_{\eta}} = \begin{cases} \frac{m-1}{2m} (\sigma_x + \sigma_y) \pm \frac{m+1}{2m} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\alpha_o \tau_{xy}^2} \\ \sigma_{\eta} = \frac{\sigma}{m} \end{cases}$$

$$\text{No caso dos metais dúcteis } m = \frac{10}{3} \quad \alpha_o = \frac{\sigma}{\tau} = \frac{1}{1,3}$$

$$\text{logo: } \frac{\sigma_{\xi}}{\sigma_{\eta}} = \begin{cases} 0,35 (\sigma_x + \sigma_y) \pm 0,65 \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\alpha_o \tau_{xy}^2} \\ \sigma_{\eta} = \frac{\sigma}{m} \end{cases}$$

$$\text{Quando uma das tensões normais é nula, temos: } \begin{cases} \sigma_{\xi} = 0,35 \sigma \pm 0,65 \sqrt{\sigma^2 + 4\alpha_o \tau^2} \\ \sigma_{\eta} = 0 \end{cases}$$

Nos casos reais de dimensionamento interessa apenas o valor máximo das tensões, isto é:

$$\sigma_{id} = 0,35 \sigma + 0,65 \sqrt{\sigma^2 + 4\alpha_o \tau^2} \leq \bar{\sigma}$$

## SOLICITAÇÕES COMPOSTAS

1- As tensões normais são somadas algebricamente:

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 + \dots + \sigma_n$$

exemplo: ESFÔRÇO NORMAL E FLEXÃO

$$\sigma = \frac{P}{S} + \frac{M_f}{W_f}$$

2- As tensões tangenciais são somadas geometricamente:

$$\tau = \sqrt{\tau_1^2 + \tau_2^2 + 2\tau_1\tau_2 \cos \alpha_{12}}$$

Quando os  $\tau_i$  são de mesma direção:  $\tau = \tau_1 + \tau_2$

exemplo: CISCALHAMENTO E TORÇÃO

$$\tau = \tau_c + \tau_t = \frac{P}{S} + \frac{M_t}{W_t} \leq \bar{\tau}$$

3- As tensões normais e tangenciais geram um estado duplo de tensões:

exemplo: ESFÔRÇO NORMAL E TORÇÃO

$$\sigma_{id} = 0,35 \frac{P}{S} + 0,65 \sqrt{\left(\frac{P}{S}\right)^2 + 4\alpha_o \left(\frac{M_t}{W_t}\right)^2} \leq \bar{\sigma}$$

exemplo: FLEXÃO E TORÇÃO

$$\sigma_{id} = 0,35 \frac{M_f}{W_f} + 0,65 \sqrt{\left(\frac{M_f}{W_f}\right)^2 + 4\alpha_o \left(\frac{M_t}{W_t}\right)^2} \leq \bar{\sigma}$$

exemplo: ESFÔRÇO NORMAL E CISCALHAMENTO

$$\sigma_{id} = 0,35 \frac{P}{S} + 0,65 \sqrt{\left(\frac{P}{S}\right)^2 + 4\alpha_o \left(\frac{\tau}{\tau_{\max}}\right)^2} \leq \bar{\sigma}$$

normalmente usa-se  $\alpha_o = 1$

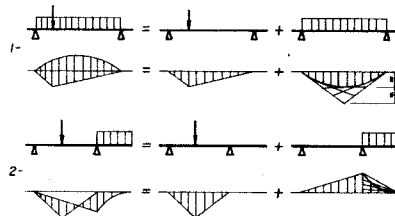
exemplo: FLEXÃO E CISCALHAMENTO

$\sigma$  é máxima nos pontos em que  $\tau = 0$  }  $\sigma_{id}$  é máxima nos pontos intermediários  
 $\tau$  é máxima nos pontos em que  $\sigma = 0$

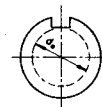
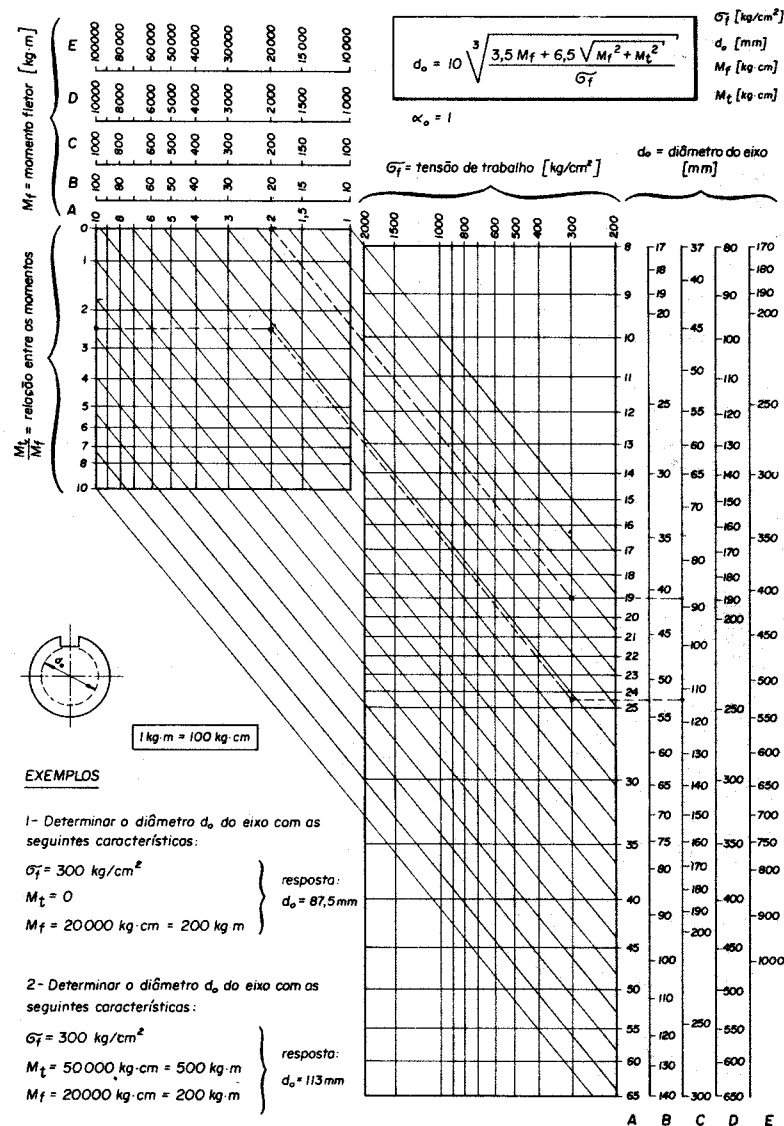
A determinação de  $\sigma_{id \max}$  é aconselhável apenas quando  $\tau_{\max}$  é de mesma ordem de grandeza de  $\sigma_{\max}$ . Normalmente se despreza a influência do cisalhamento ou se verificam separadamente o  $\sigma$  e o  $\tau$ .

### SUPERPOSIÇÃO DOS EFEITOS

O efeito produzido por varias solicitações conjuntas é igual à soma algebrica dos efeitos produzidos por cada solicitação separada.



## DIMENSIONAMENTO DOS EIXOS À FLEXO-TORÇÃO



1 kg.m = 100 kg.cm

### EXEMPLOS

1- Determinar o diâmetro  $d_0$  do eixo com as seguintes características:

$$\begin{cases} \sigma_f = 300 \text{ kg/cm}^2 \\ M_t = 0 \\ M_f = 20000 \text{ kg.cm} = 200 \text{ kg.m} \end{cases} \quad \text{resposta: } d_0 = 87,5 \text{ mm}$$

2- Determinar o diâmetro  $d_0$  do eixo com as seguintes características:

$$\begin{cases} \sigma_f = 300 \text{ kg/cm}^2 \\ M_t = 50000 \text{ kg.cm} = 500 \text{ kg.m} \\ M_f = 20000 \text{ kg.cm} = 200 \text{ kg.m} \end{cases} \quad \text{resposta: } d_0 = 113 \text{ mm}$$

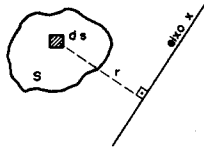
# MOMENTO DE INÉRCIA

## MOMENTO DE INÉRCIA

Momento de inércia  $J$  de uma superfície plana em relação a um eixo, é a soma dos produtos das áreas elementares  $ds$  da superfície pelo quadrado das respectivas distâncias ao eixo.

$$J_x = \int r^2 ds = S \rho_x^2$$

$$\rho_x = \sqrt{\frac{J_x}{S}} = \text{raio de giração ou de inércia}$$

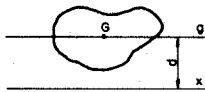


Se o momento for calculado em relação a um ponto  $P$ , em vez de um eixo, recebe o nome de momento polar  $J_P$ .

Unidade:  $\text{cm}^4$

Indicando por  $J_G$  o momento em relação a um eixo que passa pelo centro de gravidade da superfície de área  $S$ , o momento  $J_x$  em relação a um eixo paralelo a uma distância  $d$  do primeiro eixo, será:

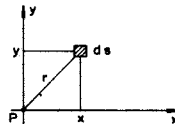
$$J_x = J_G + S d^2$$



No caso de 2 eixos ortogonais  $x, y$ , tem-se a seguinte relação:

$$J_P = \int r^2 ds = \int (x^2 + y^2) ds$$

$$J_P = J_x + J_y$$

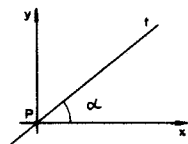


Em relação a um eixo qualquer  $t$ , passando pela origem, tem-se:

$$J_t = J_x \cos^2 \alpha + J_y \sin^2 \alpha - J_{xy} \sin 2\alpha$$

Produto de inércia ou momento centrífugo:

$$J_{xy} = \int xy ds$$



$J_t$  pode assumir um valor máximo  $J_I$  e um valor mínimo  $J_{II}$ , dependendo da posição dos eixos  $x, y$ . Seus valores são:

$$J_I = \frac{1}{2} (J_x + J_y) + \frac{1}{2} \sqrt{(J_y - J_x)^2 + 4 J_{xy}^2}$$

$$J_{II} = \frac{1}{2} (J_x + J_y) - \frac{1}{2} \sqrt{(J_y - J_x)^2 + 4 J_{xy}^2}$$

Os eixos  $I$  e  $II$  são chamados de eixos principais e os momentos  $J_I$  e  $J_{II}$  são os momentos de inércia principais.

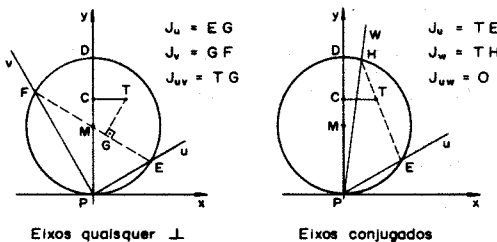
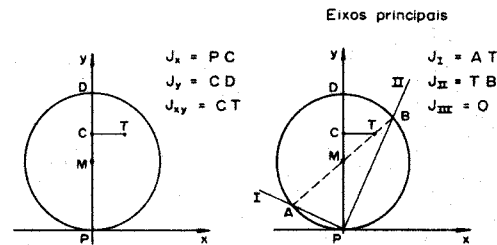
O momento centrífugo  $J_{I,II}$  se anula.

Para um eixo qualquer  $u$  que forma um ângulo  $\alpha$  com o eixo  $I$ , tem-se:

$$J_u = J_I \cos^2 \alpha + J_{II} \sin^2 \alpha$$

Dois eixos para os quais o momento centrífugo vale zero, chamam-se conjugados. Os eixos principais são os únicos eixos conjugados que são perpendiculares entre si. Se uma superfície tem um eixo de simetria, este é sempre um eixo principal.

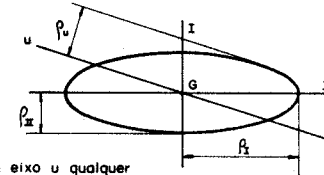
O círculo de Mohr evidencia estes fatos da seguinte maneira:



Construindo uma elipse cujos semi-eixos são:

$$\rho_I = \sqrt{\frac{J_I}{S}} \quad \text{e} \quad \rho_{II} = \sqrt{\frac{J_{II}}{S}} \quad \text{obtem-se a elipse de inércia. Se seu centro}$$

é o centro de gravidade da figura, ela recebe o nome de elipse central (e os eixos recebem o nome de eixos neutros).

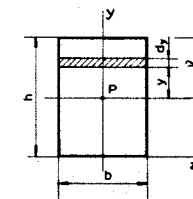


Para um eixo  $u$  qualquer

$$J_u = S \rho_u^2$$

## EXEMPLO DE CÁLCULOS

Retângulo



$$J_x = \int y^2 ds = \int_{-h/2}^{+h/2} y^2 b dy = \left[ \frac{b y^3}{3} \right]_{-h/2}^{+h/2}$$

$$J_x = \frac{b h^3}{24} - \frac{b(-h)^3}{24} = \frac{b h^3}{12}$$

Trocando  $h$  e  $b$ , resulta:

$$J_y = \frac{h b^3}{12}$$

$$J_P = J_x + J_y = \frac{1}{12} b h (b^2 + h^2)$$

$$J_z = J_x + S d^2 = \frac{b h^3}{12} + b h \left( \frac{h}{2} \right)^2 = \frac{b h^3}{3}$$

$\bar{v}$  = distância da fibra mais afastada do eixo neutro

$$\bar{v} = \frac{h}{2}$$

Módulo de flexão:

$$W_{fx} = \frac{J_x}{\bar{v}} = \frac{b h^3 / 12}{h / 2} = \frac{b h^2}{6}$$

Raio de inércia:

$$\rho_x = \sqrt{\frac{J_x}{S}} = \sqrt{\frac{b h^3 / 12}{b h}} = \frac{h}{\sqrt{12}}$$

$$\rho_z = \sqrt{\frac{J_z}{S}} = \sqrt{\frac{b h^3 / 3}{b h}} = \frac{h}{\sqrt{3}}$$

# MOMENTOS de inércia, RAIOS de giracão, MÓDULOS de resistência

FIGURA	Área da secção	Dist. da fibra mais afast. do eixo neutro	Momento de inércia	Módulo de flexão	Raio de inércia	Momento polar	Módulo de torção
	$S = \frac{bh}{2}$	$V = \frac{2}{3}h$	$J_x = \frac{bh^3}{36}$ $J_y = \frac{bh^3}{48}$ $J_z = \frac{bh^3}{12}$	$W_{fx} = \frac{bh^2}{24}$	$f_x = \frac{h}{\sqrt{18}} = 0,236h$ $f_z = \frac{h}{\sqrt{6}} = 0,408h$	$J_p = \frac{\sqrt{3}b^4}{48} = 0,036b^4$ Só para triângulo equilátero	$W_t = 0,05b^3$
	$S = h^2$	$V = \frac{h}{2}$	$J_x = \frac{h^4}{12}$ $J_z = \frac{h^4}{3}$	$W_{fx} = \frac{h^3}{6}$	$f_x = \frac{h}{\sqrt{12}} = 0,289h$ $f_z = \frac{h}{\sqrt{3}} = 0,577h$	$J_p = \frac{h^4}{6} = 0,1667h^4$	$W_t = 0,208h^3$
	$S = h^2$	$V = \frac{h}{\sqrt{2}} = 0,707h$	$J_x = \frac{h^4}{12}$	$W_{fx} = \frac{\sqrt{2}}{12}h^3 = 0,11785h^3$	$f_x = \frac{h}{\sqrt{12}} = 0,289h$	$J_p = \frac{h^4}{6} = 0,1667h^4$	$W_t = 0,208h^3$
	$S = bh$	$V = \frac{h}{2}$	$J_x = \frac{bh^3}{12}$ $J_z = \frac{bh^3}{3}$	$W_{fx} = \frac{bh^2}{6}$	$f_x = \frac{h}{\sqrt{12}} = 0,289h$ $f_z = \frac{h}{\sqrt{3}} = 0,577h$	$J_p = \frac{hb(h^2+b^2)}{12}$	$W_t = \frac{bh^2}{3+1,8\frac{b}{h}} \quad h > b$
	$S = bh$	$V = \frac{bh}{\sqrt{h^2+b^2}}$	$J_x = \frac{b^3h^3}{6(h^2+b^2)}$	$W_{fx} = \frac{b^2h^2}{6\sqrt{h^2+b^2}}$	$f_x = \frac{bh}{\sqrt{6(b^2+h^2)}} = 0,408\frac{bh}{\sqrt{b^2+h^2}}$	$J_p = \frac{hb(h^2+b^2)}{12}$	$W_t = \frac{bh^2}{3+1,8\frac{b}{h}} \quad h > b$
	$S = bh$	$V = \frac{b \cos \theta + h \sin \theta}{2}$	$J_x = \frac{bh(b^2 \cos^2 \theta + h^2 \sin^2 \theta)}{12}$	$W_{fx} = \frac{bh(b^2 \cos^2 \theta + h^2 \sin^2 \theta)}{6(b \cos \theta + h \sin \theta)}$	$f_x = \sqrt{\frac{b^2 \cos^2 \theta + h^2 \sin^2 \theta}{12}} = 0,289\sqrt{b^2 \cos^2 \theta + h^2 \sin^2 \theta}$	$J_p = \frac{hb(h^2+b^2)}{12}$	$W_t = \frac{bh^2}{3+1,8\frac{b}{h}} \quad h > b$
	$S = (2a+b)\frac{h}{2}$	$V = \frac{h}{3} \left[ \frac{3a+2b}{2a+b} \right]$	$J_x = \frac{6a^2+6ab+b^2}{36(2a+b)}h^3$	$W_{fx} = \frac{h^2}{12} \left[ \frac{6a^2+6ab+b^2}{3a+2b} \right]$	$f_x = \sqrt{\frac{h^2(6a^2+6ab+b^2)}{18(2a+b)^2}}$	—	—
	$S = (a+b)\frac{h}{2}$	$V = \frac{h}{3} \left[ \frac{a+2b}{a+b} \right]$	$J_x = \frac{a^2+4ab+b^2}{36(a+b)}h^3$	$W_{fx} = \frac{h^2}{12} \left[ \frac{a^2+4ab+b^2}{a+2b} \right]$	$f_x = \sqrt{\frac{h^2(a^2+4ab+b^2)}{18(a+b)^2}}$	—	—
	$S = \frac{3\sqrt{3}}{2}R^2 = 2,598R^2$	$V = 0,866R$	$J_x = 0,5413R^4$	$W_{fx} = 0,625R^3$	$f_x = 0,456R$	$J_p = \frac{5\sqrt{3}}{8}R^4 = 1,0825R^4$	$W_t = 0,917R^3$
	$S = \frac{3\sqrt{3}}{2}R^2 = 2,598R^2$	$V = R$	$J_x = 0,5413R^4$	$W_{fx} = 0,5413R^3$	$f_x = 0,456R$	$J_p = \frac{5\sqrt{3}}{8}R^4 = 1,0825R^4$	$W_t = 0,917R^3$


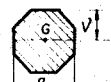
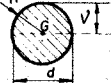




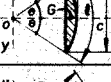
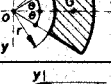
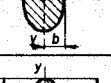

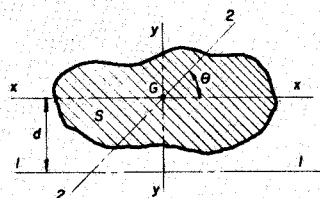
FIGURA	Área da secção	Dist. da fibra mais afast. do eixo neutro	Momento de inércia	Módulo de flexão	Raio de inércia	Momento polar	Módulo de torção
	$S = 2,828 R^2$	$V = 0,924 R$	$J_x = 0,6381 R^4 = 0,8758 V^4$	$W_{fx} = 0,6906 R^3$	$\rho_x = 0,475 R$	$J_p = 2 J_x$	—
	$S = 0,828 a^2$	$V = \frac{a}{2}$	$J_x = 0,0547 a^4$	$W_{fx} = 0,1095 a^3$	$\rho_x = 0,257 a$	$J_p = 2 J_x$	—
	$S = \frac{\pi d^2}{4} = 0,7854 d^2$	$V = \frac{d}{2} = R$	$J_x = \frac{\pi R^4}{4} = 0,7854 R^4 = 0,0491 d^4$	$W_{fx} = \frac{\pi d^3}{32} = 0,7854 R^3$	$\rho_x = \frac{d}{4}$	$J_p = \frac{\pi d^4}{32} = 0,098 d^4$	$W_t = \frac{\pi d^3}{16} = 0,196 d^3$
	$S = \frac{\pi d^2}{8} = 0,393 d^2$	$V = 0,5756 R$	$J_x = 0,1098 R^4$ $J_y = 0,3927 R^4$	$W_{fx} = 0,1913 R^3$ $W_{fy} = 0,3927 R^3$	$\rho_x = 0,132 d$	—	—
	$S = \frac{\pi R^2}{4}$	$V = 0,5756 R$	$J_x = 0,055 R^4$ $J_z = 0,1965 R^4$	$W_{fx} = 0,9555 R^3$	$\rho = \sqrt{\frac{J}{S}}$	—	—
	$S = 0,2146 R^2$	$V = 0,7766 R$	$J_x = 0,0075 R^4$ $J_z = 0,137 R^4$	$W_{fx} = 0,00966 R^3$	$\rho = \sqrt{\frac{J}{S}}$	—	—
	$S = \frac{R^2 \theta}{2} = R^2 \theta$ θ em radiano	$OG = \frac{2Rc}{3\theta} = \frac{2R \sin \theta}{3\theta}$ θ em radiano	$J_x = \frac{R^4}{8} (2\theta - \sin 2\theta)$ $J_y = \frac{R^4}{8} (2\theta + \sin 2\theta)$	—	$\rho = \sqrt{\frac{J}{S}}$	—	—
	$S = \frac{R(\ell - c) + ch}{2}$	$OG = \frac{c^3}{12S} + \frac{2R^3 \sin^3 \theta}{3S}$	$J_x = \frac{R^4}{8} (2\theta - \frac{13}{12} \sin 2\theta - \frac{1}{24} \sin 4\theta)$ $J_y = \frac{R^4}{8} (2\theta - \frac{1}{2} \sin 2\theta)$	—	$\rho = \sqrt{\frac{J}{S}}$	—	—
	$S = (R^2 - r^2) \theta$ θ em radiano	$OG = \frac{2(R^3 - r^3) \sin \theta}{3(R^2 - r^2) \theta}$ θ em radiano	—	—	—	—	—
	$S = \pi ab$	$V = a$	$J_x = \frac{\pi a^3 b}{4}$ $J_y = \frac{\pi a b^3}{4}$	$W_{fx} = \frac{\pi a^2 b}{4}$	$\rho = \frac{a}{2}$	$J_p = \frac{1}{4} \pi a^3 b (1 + \frac{b^2}{a^2})$	$W_t = 1,57 a b^2 \quad a > b$
	$S = \frac{2}{3} ab$	$V = \frac{3}{5} a$	$J_x = \frac{16 a^3 b}{175}$ $J_y = \frac{4 a b^3}{15}$	$W_{fx} = \frac{16 a^2 b}{105}$	$\rho = \sqrt{\frac{J}{S}}$	—	—

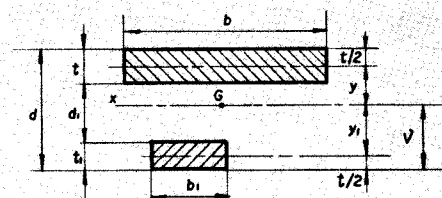
FIGURA	Área da secção	Dist. da fibra mais afastada do eixo neutro	Momento de inércia	Módulo de flexão	Raio de inércia	Momento polar	Módulo de torção
	$S = Ha + c(h-a)$	$V = \frac{H}{2}$	$J_x = \frac{aH^3 + 2(H-2b)^3b}{12}$	$W_{fx} = \frac{2J_x}{H}$	$\rho_x = \sqrt{\frac{aH^3 + 2(H-2b)^3b}{12[Ha + c(h-a)]}}$	—	$W_t = \frac{0,39}{c} [Ha^3 + (h-a)c^3]$
	$S = \frac{\pi d^2}{4} (1 - \frac{1}{45} \arcsin \frac{a}{d}) + a(2H - \sqrt{d^2 - a^2})$	$V = \frac{H}{2}$	$J_x = \frac{1}{12} [0,589d^4 + a(H^3 - d^3) + a^3(H-d)]$	$W_{fx} = \frac{1}{6H} [0,589d^4 + a(H^3 - d^3) + a^3(H-d)]$	$\rho_x = \sqrt{\frac{J_x}{S}}$	—	—
	$S = H^2 - h^2$	$V = \frac{H}{2}$	$J_x = \frac{H^4 - h^4}{12}$	$W_{fx} = \frac{H^4 - h^4}{6H}$	$\rho_x = \sqrt{\frac{H^4 - h^4}{12}} = 0,289 \sqrt{H^2 + h^2}$	—	—
	$S = H^2 - h^2$	$V = \frac{H}{\sqrt{2}} = 0,707 H$	$J_x = \frac{H^4 - h^4}{12}$	$W_{fx} = 0,11785 \frac{H^4 - h^4}{H}$	$\rho_x = \sqrt{\frac{H^4 - h^4}{12}} = 0,289 \sqrt{H^2 + h^2}$	—	—
	$S = HB - hb$	$V = \frac{H}{2}$	$J_x = \frac{BH^3 - bh^3}{12}$ $J_y = \frac{HB^3 - hb^3}{12}$	$W_{fx} = \frac{BH^3 - bh^3}{6H}$	$\rho_x = \sqrt{\frac{BH^3 - bh^3}{12(BH - bh)}} = 0,289 \sqrt{\frac{BH^3 - bh^3}{BH - bh}}$	—	—
	$S = bh - \pi R^2$	$V = \frac{h}{2}$	$J_x = \frac{bh^3}{12} - \frac{\pi R^4}{4}$ $J_y = \frac{hb^3}{12} - \frac{\pi R^4}{4}$	$W_{fx} = \frac{2J_x}{h}$	$\rho = \sqrt{\frac{J}{S}}$	—	—
	$S = \pi (\frac{D^2 - d^2}{4}) = 0,7854 (D^2 - d^2)$	$V = R$	$J_x = 0,7854 (R^4 - r^4)$ $J_x = 0,4 d^5$ sendo $\delta$ a espessura, para $S/d$ pequeno.	$W_{fx} = 0,7854 \frac{R^4 - r^4}{R}$	$\rho_x = \sqrt{\frac{D^2 + d^2}{4}}$	$J_p = \frac{\pi}{32} (D^4 - d^4) = 0,098 (D^4 - d^4)$	$W_t = \frac{\pi (D^4 - d^4)}{16D} = 0,196 (\frac{D^4 - d^4}{D})$
	$S = \pi (\frac{R^2 - r^2}{2}) = 1,5708 (R^2 - r^2)$	$V = R - \frac{4}{3\pi} \frac{R^3 - Rr + r^3}{R + r}$	$J_x = 0,3 (R-r) \frac{(R+r)^3}{8}$ $J_z = \frac{\pi}{8} (R^4 - r^4)$	—	$\rho = \sqrt{\frac{J}{S}}$	—	—
	$S = \pi(ab - cd)$	$V = a$	$J_x = 0,7854 (ba^3 - dc^3)$ $J_y = 0,7854 (ab^3 - cd^3)$	$W_{fx} = 0,7854 \frac{ba^3 - dc^3}{a}$	$\rho_x = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{a^3b - c^3d}{ab - cd}}$	—	$a > b \quad \frac{a}{c} = \frac{d}{b}$ $W_t = 1,57 (\frac{ab^3 - cd^3}{b})$
	$S = HB - hb$	$V = \frac{H}{2}$	$J_x = \frac{BH^3 - bh^3}{12}$	$W_{fx} = \frac{BH^3 - bh^3}{6H}$	$\rho_x = \sqrt{\frac{BH^3 - bh^3}{12(BH - hb)}}$	—	—
	$S = HB - hb$	$V = \frac{H}{2}$	$J_x = \frac{BH^3 - bh^3}{12}$	$W_{fx} = \frac{BH^3 - bh^3}{6H}$	$\rho_x = \sqrt{\frac{BH^3 - bh^3}{12(BH - hb)}}$	—	—

FIGURA	Área da secção	Dist. da fibra mais afast. do eixo neutro	Momento de inércia	Módulo de flexão	Raio de inércia	Módulo de torção
	$S = Hd - b(H-h)$	$V = \frac{H}{2}$	$J_x = \frac{aH^3 + bh^3}{12}$	$W_{fx} = \frac{aH^3 + bh^3}{6H}$	$\rho_x = \sqrt{\frac{aH^3 + bh^3}{12[Hd - b(H-h)]}}$	—
	$S = Ha + bh$	$V = \frac{H}{2}$	$J_x = \frac{aH^3 + bh^3}{12}$	$W_{fx} = \frac{aH^3 + bh^3}{6H}$	$\rho_x = \sqrt{\frac{J_x}{S}}$	—
	$S = aH + (B-a)c$	$V = H - \frac{1}{2} \frac{aH^2 + bc^2}{aH + bc}$	$J_x = \frac{1}{3} [Bd^3 - b(d-c)^3 + aV^3]$	—	$\rho_x = \sqrt{\frac{J_x}{S}}$	—
	$S = Bc + ha$	$V = H - \frac{1}{2} \frac{aH^2 + bc^2}{aH + bc}$	$J_x = \frac{1}{3} [Bd^3 - b(d-c)^3 + aV^3]$	—	$\rho_x = \sqrt{\frac{J_x}{S}}$	—
	$S = HB - bh$	$V = H - \frac{1}{2} \frac{aH^2 + bc^2}{aH + bc}$	$J_x = \frac{1}{3} [Bd^3 - b(d-c)^3 + aV^3]$	—	$\rho_x = \sqrt{\frac{J_x}{S}}$	—
	—	$V = \frac{H}{2}$	$J_x = \frac{1}{12} [b(H^3 - h^3) + b_1(h^3 - h_1^3) + b_2(h_1^3 - h_2^3) + \delta h_2^3]$	$W_{fx} = \frac{2J}{H}$	$\rho_x = \sqrt{\frac{J_x}{S}}$	—
	—	$V = \frac{h}{2}$	$J_x = \frac{1}{12} [b_1(h^3 - h_1^3) + b_2(h_1^3 - h_2^3) + \delta h_2^3] - \frac{1}{2} db_2 \left( \frac{h_1 + h_2}{2} \right)^2$	$W_{fx} = \frac{2J}{h}$	$\rho_x = \sqrt{\frac{J_x}{S}}$	—
	—	—	$J_x = 0,032 h^4 \quad (cm^4)$	$W_{fx} = 0,064 h^3 \quad (cm^3)$	$\rho_x = \sqrt{\frac{J_x}{S}}$	Obs.: Trilho para ferrovia tipo Vignolles. Resultados aproximados.
	$S = \delta \left( \frac{\pi b}{2} + 2c \right)$	$V = \frac{h - \delta}{2}$	$J_x = (0,103b + 0,186h) h^2 \delta \quad (cm^4)$	$W_{fx} = (0,196b + 0,354h) h \delta \quad (cm^3)$	$\rho_x = \sqrt{\frac{J_x}{S}}$	Obs.: Estes resultados são aproximados para chapas onduladas altas e onduladas rebaixadas.



$$J_1 = J_x + Sd^2$$

$$J_2 = J_x \cos^2 \theta + J_y \sin^2 \theta$$



$$S = bt + b_1 t_1$$

$$V = \frac{\frac{bt^3}{2} + b_1 t_1 \left( d - \frac{t_1}{2} \right)}{S}$$

$$J_x = \frac{bt^3}{12} + bty^2 + \frac{b_1 t_1^3}{12} + b_1 t_1 y_1^2$$

$$W_{fx} = \frac{J_x}{V}$$

$$\rho_x = \sqrt{\frac{J_x}{S}}$$



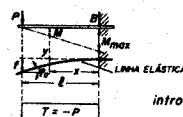
# VIGAS FLETIDAS

## DIAGRAMAS DOS MOMENTOS FLETORES, FORÇAS CORTANTES e LINHAS ELÁSTICAS

### LEGENDA

$P$  = força externa em ton  $T$  = força cortante em ton  $\ell$  = comprimento em m  $y$  = equação da linha elástica  $\varphi$  = ângulo da tangente  $f$  = flexa em cm  
 $J$  = momento de inércia em m<sup>4</sup>  $E$  = módulo de elasticidade em ton/m<sup>2</sup>  $e$  = trecho mais tracionado  $A, B$  = reações de apoio  $M$  = momento fletor  $q$  = carga distribuída

### BALANÇO



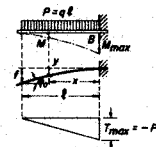
$$B = P; \quad M = -P(\ell - x); \quad M_{\max} = -P\ell;$$

$$y = \frac{P\ell^3}{EJ} \left[ \frac{1}{3} \left( \frac{x}{\ell} \right)^3 - \frac{1}{2} \left( \frac{x}{\ell} \right)^2 \right]; \quad f = \frac{P\ell^3}{EJ} \cdot \frac{1}{3};$$

introduzindo  $P$  em ton;  $\ell$  em m;  $J$  em cm<sup>4</sup>;  $f = \frac{P\ell^3}{J} k$  em que  $k=158,730$ ;

$$\varphi_0 = \frac{P\ell^2}{EJ} \cdot \frac{1}{2} = \frac{3}{2} \frac{f}{\ell}; \quad T = -P.$$

$$P = q\ell; \quad B = P;$$

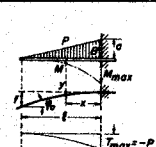


$$M = -\frac{P\ell^2}{2} \left( 1 - \frac{x}{\ell} \right)^2; \quad M_{\max} = -\frac{P\ell^2}{2};$$

$$y = \frac{P\ell^3}{EJ} \left[ \frac{1}{8} \left( \frac{x}{\ell} \right)^4 - \frac{4}{3} \left( \frac{x}{\ell} \right)^3 + \frac{1}{2} \left( \frac{x}{\ell} \right)^2 \right]; \quad f = \frac{P\ell^3}{EJ} \cdot \frac{1}{8};$$

introduzindo  $P$  em ton;  $\ell$  em m;  $J$  em cm<sup>4</sup>;  $f = \frac{P\ell^3}{J} k$ ;  $[k=59,524]$ ;

$$\varphi_0 = \frac{P\ell^2}{EJ} \cdot \frac{1}{6} = \frac{4}{3} \frac{f}{\ell}; \quad T_x = -q\ell \left( 1 - \frac{x}{\ell} \right) = q(\ell - x).$$



$$P = \frac{q\ell}{2}; \quad B = P; \quad M = -\frac{P\ell^2}{3} \left( 1 - \frac{x}{\ell} \right)^2; \quad M_{\max} = -\frac{P\ell^2}{3};$$

$$y = \left( \frac{P\ell^3}{EJ} \right) \left[ \frac{1}{6} \left( \frac{x}{\ell} \right)^3 - \left( \frac{x}{\ell} \right)^2 + \frac{1}{2} \left( \frac{x}{\ell} \right) - \frac{1}{10} \left( \frac{x}{\ell} \right)^5 \right]; \quad f = \frac{P\ell^3}{EJ} \cdot \frac{1}{15};$$

$p/P$  em ton;  $\ell$  em m;  $J$  em cm<sup>4</sup>;  $f = \frac{P\ell^3}{J} k$ ;  $[k=31,746]$ ;

$$T_x = -\frac{q\ell}{2} \left( 1 - \frac{x}{\ell} \right)^2 = -q \frac{(\ell - x)^2}{2\ell}; \quad \varphi_0 = \frac{P\ell^2}{EJ} \cdot \frac{1}{12} = \frac{5}{4} \frac{f}{\ell}.$$

### APOIADAS

$$A = P \frac{b}{\ell}; \quad B = P \frac{a}{\ell}; \quad M_0 = P \frac{b}{\ell} x_0; \quad M_b = P \frac{a}{\ell} x_b; \quad M_{\max} = P \frac{ab}{\ell};$$

$$y_0 = \frac{P\ell^3}{EJ} \frac{1}{6} \left[ \frac{b}{\ell} \left( \frac{x_0}{\ell} \right)^3 - \left( \frac{x_0}{\ell} \right)^2 \right];$$

$$y_b = \frac{P\ell^3}{EJ} \frac{1}{6} \left[ \frac{a}{\ell} \left( \frac{x_b}{\ell} \right)^3 - \left( \frac{x_b}{\ell} \right)^2 \right];$$

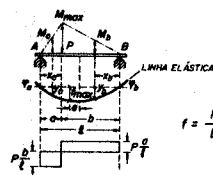
$$f = \frac{P\ell^3}{EJ} \frac{1}{3} \left( \frac{a}{\ell} \right)^2 \left( \frac{b}{\ell} \right)^2 = \frac{P}{EJ} \frac{a^2 b^2}{3\ell} = \frac{P\ell^3}{EJ} \frac{1}{3} \left( \frac{a}{\ell} \right)^2 \left( \frac{b}{\ell} \right)^2; \quad [k=158,730 \left( \frac{a}{\ell} \right)^2 \left( \frac{b}{\ell} \right)^2];$$

$$f_{\max} \text{ p/ } b > a \text{ dado da: } e = b \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{2}{3} \frac{a}{b}} - \frac{\ell}{2};$$

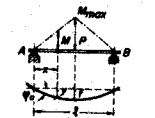
$$p/x < 0 \quad T_x = -\frac{Pb}{\ell}; \quad p/x > 0 \quad T_x = \frac{Pa}{\ell};$$

$$\varphi_0 = \frac{P\ell^2}{EJ} \frac{1}{6} \frac{a}{\ell} \frac{b}{\ell} \left( 1 + \frac{b}{\ell} \right) = f \left( \frac{1}{a} + \frac{1}{2b} \right); \quad \varphi_b = \frac{P\ell^2}{EJ} \frac{1}{6} \frac{a}{\ell} \frac{b}{\ell} \left( 1 + \frac{a}{\ell} \right) = f \left( \frac{1}{b} + \frac{1}{2a} \right);$$

$$\varphi_0 = \frac{P\ell^2}{EJ} \frac{1}{3} \frac{a}{\ell} \frac{b}{\ell} \left( \frac{b}{\ell} - \frac{a}{\ell} \right).$$



### CONTINUAÇÃO



Caso particular.

$$A = B = \frac{P}{2}; \quad M = \frac{Px}{2}; \quad M_{\max} = \frac{P\ell}{4}; \quad f = \frac{P\ell^3}{EJ} \cdot \frac{1}{48};$$

$$\varphi_0 = 3 \frac{f}{\ell} = \frac{P}{EJ} \frac{\ell^2}{10}; \quad p/x < \frac{\ell}{2} \quad T_x = -\frac{P}{2}; \quad p/x > \frac{\ell}{2} \quad T_x = \frac{P}{2}.$$

$$A = \frac{3q_1 + q_2}{6} \ell; \quad B = \frac{3q_1 + 2q_2}{6} \ell;$$

o momento máximo oscila entre  $0,125 P\ell$  e  $0,128 P\ell$ ;

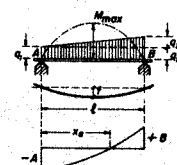
$$P = q_1 \ell + q_2 \frac{\ell}{2}.$$

A flexa oscila entre:

$$0,01302 \frac{P\ell^3}{EJ} \text{ e } 0,01304 \frac{P\ell^3}{EJ}; \quad [k=6,2000 \div 6,2095];$$

$$x_0 = \ell \left[ \sqrt{\frac{q_1}{q_2} \left( 1 + \frac{q_1}{q_2} \right) + \frac{1}{3}} - \frac{q_1}{q_2} \right];$$

$$p/x = 0; \quad T = -A; \quad p/x = x_0; \quad T = 0; \quad p/x = \ell; \quad T = B.$$



Caso particular

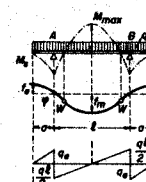
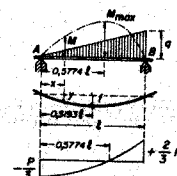
$$P = \frac{q\ell}{2}; \quad A = \frac{1}{3} P; \quad B = \frac{2}{3} P;$$

$$M = \frac{P\ell}{3} \left[ \frac{x}{\ell} - \left( \frac{x}{\ell} \right)^2 \right]; \quad M_{\max} = \frac{2}{9\sqrt{3}} P\ell \approx 0,128 P\ell;$$

$$x = \frac{\ell}{\sqrt{3}} = 0,5774 \ell; \quad y = \frac{P\ell^3}{EJ} \frac{1}{180} \left[ 7 \frac{x}{\ell} - 10 \left( \frac{x}{\ell} \right)^3 + 3 \left( \frac{x}{\ell} \right)^5 \right];$$

$$f = \frac{P\ell^3}{EJ} 0,01304 \text{ em } x = 0,5193 \ell; \quad [k=6,2095];$$

$$T_x = -\frac{P\ell}{6} \left[ 1 - 3 \left( \frac{x}{\ell} \right)^2 \right].$$



$$A = B = q \left( \frac{\ell}{2} + a \right); \quad M_0 = -\frac{qa^3}{2};$$

$$M_{\max} = \frac{q\ell^2}{2} \left[ \frac{1}{4} - \left( \frac{a}{\ell} \right)^2 \right]; \quad p/a = \frac{\ell}{2}; \quad M_{\max} = 0;$$

$$f_m = \frac{q\ell^4}{EJ} \frac{1}{16} \left[ \frac{5}{24} - \left( \frac{a}{\ell} \right)^2 \right]; \quad p/a = \ell \sqrt{\frac{5}{24}}; \quad f_m = 0;$$

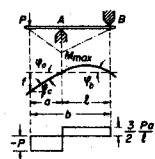
$$f_0 = \frac{q\ell^4}{EJ} \frac{1}{4} \left[ \frac{1}{6} \frac{a}{\ell} - \left( \frac{a}{\ell} \right)^2 - \frac{1}{2} \left( \frac{a}{\ell} \right)^4 \right];$$

$$\varphi_0 = \frac{q\ell^3}{EJ} \frac{1}{4} \left[ \frac{1}{5} - \left( \frac{a}{\ell} \right)^2 \right]; \quad \varphi_0 = 0; \quad p/a = \frac{\ell}{\sqrt{6}}.$$

CONTINUA AO LADO

CONTINUA NA PÁG. SEGUINTE

CONTINUAÇÃO

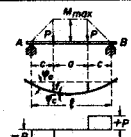


$$A = P \frac{b}{l}; \quad B = P \frac{a}{l}; \quad M_{max} = -Pa;$$

$$f = \frac{Pa^2b}{EJ} \frac{1}{3} = \frac{Pl^3}{EJ} \frac{1}{3} \left( \frac{a}{l} \right)^2 \frac{b}{l}; \quad [k = 158,730 \left( \frac{a}{l} \right)^2 \frac{b}{l}];$$

$$\psi_a = \frac{Pa}{EJ} \frac{1}{3}; \quad \psi_b = \frac{Pa}{EJ} \frac{1}{6}; \quad \psi_c = \frac{Pa(2l+3a)}{EJ} \frac{1}{6};$$

$$p/x < l \quad T_x = \frac{3}{2} P \frac{a}{l}; \quad p/x > l \quad T_x = -P.$$

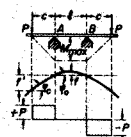


$$A = B = P; \quad M_{max} = Pc;$$

$$f = \frac{Pc^2}{EJ} \left( c + \frac{3}{2}a \right) \frac{1}{3}; \quad f_{max} = \frac{Pc}{EJ} (3a^2 + 8c^2 + 12ac) \frac{1}{24};$$

$$\psi_a = \frac{Pc(a+c)}{EJ} \frac{1}{2}; \quad \psi_c = \frac{Pa}{EJ} \frac{1}{2};$$

$$p/x < c \quad T_x = -P; \quad p/x > c-a \quad T_x = +P.$$

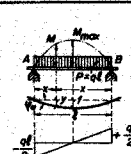


$$A = B = P; \quad M_{max} = Pc;$$

$$f = \frac{Pl^3}{8EJ} \frac{c}{l}; \quad f' = -\frac{Pl^2}{2EJ} \left( \frac{c}{l} \right) \left( 1 + \frac{2}{3} \frac{c}{l} \right);$$

$$\psi_a = \frac{Pl^2}{2EJ} \frac{c}{l}; \quad \psi_c = \frac{Pl^2}{2EJ} \frac{c}{l} \left( 1 + \frac{c}{l} \right);$$

$$a \text{ esquerda de } A: T = P; \quad a \text{ direita de } B: T = -P.$$

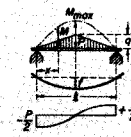


$$M_x = -\frac{Pl}{8} \left[ -4 \left( \frac{x}{l} \right)^2 + 4 \left( \frac{x}{l} \right) \right];$$

$$M_{max} = \frac{Pl}{8} = 0,125 Pl; \quad A = B = \frac{ql}{2};$$

$$y = \frac{Pl^3}{EJ} \frac{1}{24} \left[ \frac{x}{l} - 2 \left( \frac{x}{l} \right)^3 + \left( \frac{x}{l} \right)^4 \right]; \quad f = \frac{Pl^3}{EJ} \frac{5}{384}; \quad [k = 6,2004];$$

$$\psi_a = \frac{Pl^2}{EJ} \frac{1}{24} = \frac{16}{5} \frac{f}{l}; \quad T_x = ql \left( \frac{x}{l} - \frac{l}{2} \right).$$



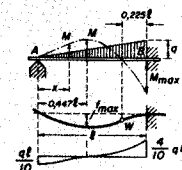
$$P = \frac{ql}{2}; \quad A = B = \frac{P}{2}; \quad M = Px \left[ \frac{1}{2} - \frac{2}{3} \left( \frac{x}{l} \right)^2 \right];$$

$$M_{max} = \frac{Pl}{6}; \quad f = \frac{Pl^3}{EJ} \frac{1}{60}; \quad [k = 7,9365];$$

$$p/x < \frac{l}{2}; \quad T_x = -\frac{ql}{4} \left[ -4 \left( \frac{x}{l} \right)^2 + 1 \right].$$

ENGASTADAS

numa extremidade e apoiada na outra



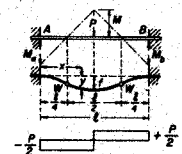
$$P = \frac{ql}{2}; \quad A = \frac{P}{5}; \quad B = \frac{4}{5} P;$$

$$M = Px \left[ \frac{1}{5} - \frac{1}{3} \left( \frac{x}{l} \right)^2 \right]; \quad M_b = M_{max} = -\frac{Pl}{7,5};$$

$$M' = 0,0596 Pl \quad p/x = 0,447 l = \frac{l}{\sqrt{5}};$$

$$f_{max} = \frac{Pl^3}{EJ} \frac{1}{210} \quad p/x = 0,447 l; \quad [k = 2,2676].$$

nas duas extremidades



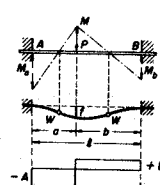
$$A = B = \frac{P}{2}; \quad M = \frac{Pl}{8};$$

$$M_a = M_b = -\frac{Pl}{8}; \quad y = \frac{Pl^3}{EJ} \frac{1}{16} \left[ \left( \frac{x}{l} \right)^2 - \frac{4}{3} \left( \frac{x}{l} \right)^3 \right];$$

$$f = \frac{Pl^3}{EJ} \frac{1}{192}; \quad [k = 2,4802];$$

$$p/x < \frac{l}{2} \quad T = -\frac{P}{2}; \quad p/x > \frac{l}{2} \quad T = \frac{P}{2}.$$

CONTINUAÇÃO



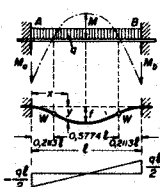
$$A = P \left[ \frac{b}{l} - \left( \frac{a}{l} \right)^2 \frac{b}{l} + \left( \frac{b}{l} \right)^2 \frac{a}{l} \right];$$

$$B = P \left[ \frac{a}{l} - \left( \frac{b}{l} \right)^2 \frac{a}{l} + \left( \frac{a}{l} \right)^2 \frac{b}{l} \right];$$

$$M_a = -Pl \frac{a}{l} \left( \frac{b}{l} \right)^2; \quad M_b = -Pl \frac{b}{l} \left( \frac{a}{l} \right)^2; \quad M = Pl^2 \left( \frac{a}{l} \right)^2 \left( \frac{b}{l} \right)^2;$$

$$f = \frac{Pl^3}{EJ} \frac{1}{3} \left( \frac{a}{l} \right)^2 \left( \frac{b}{l} \right)^2;$$

$$p/x < a \quad T = -A; \quad p/x > a \quad T = B.$$



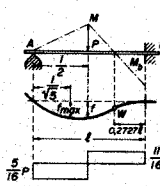
$$P = ql; \quad A = B = \frac{P}{2}; \quad M = \frac{Pl}{24};$$

$$M_a = M_b = M_{max} = -\frac{Pl}{12};$$

$$y = \frac{Pl^3}{EJ} \frac{1}{24} \left[ \left( \frac{x}{l} \right)^2 - 2 \left( \frac{x}{l} \right)^3 + \left( \frac{x}{l} \right)^4 \right];$$

$$f = \frac{Pl^3}{EJ} \frac{1}{384}; \quad [k = 1,2401]; \quad T_x = -\frac{ql}{2} \left( -2 \frac{x}{l} + 1 \right).$$

numa extremidade e apoiada na outra

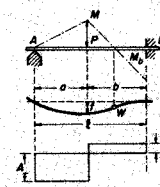


$$A = \frac{5}{16} P; \quad B = \frac{11}{16} P; \quad M = \frac{5}{32} Pl;$$

$$M_b = -\frac{3}{16} Pl; \quad f = \frac{Pl^3}{EJ} \frac{7}{768};$$

$$f_{max} = \frac{Pl^3}{EJ} \frac{1}{48\sqrt{5}}; \quad p/x = 0,447 l; \quad [k = 4,438];$$

$$p/x < \frac{l}{2} \quad T_x = -\frac{5}{16} P; \quad p/x > \frac{l}{2} \quad T_x = \frac{11}{16} P.$$

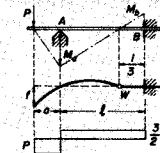


$$A = P \left[ 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{a}{l} \right)^3 - \frac{3}{2} \frac{a}{l} \right];$$

$$B = P \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{a}{l} \right)^3 + \frac{3}{2} \frac{a}{l} \right] = P - A;$$

$$M = Pa \left[ 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{a}{l} \right)^3 - \frac{3}{2} \frac{a}{l} \right]; \quad M_b = -\frac{Pl}{2} \left[ \frac{a}{l} - \left( \frac{a}{l} \right)^3 \right];$$

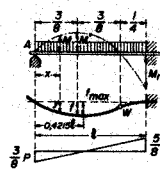
$$p/x < a \quad T_x = -A; \quad p/x > a \quad T_x = B.$$



$$A = P \left( \frac{3}{2} \frac{a}{l} + 1 \right); \quad B = -P \frac{3}{2} \frac{a}{l};$$

$$M_a = -Pa; \quad M_b = \frac{Pa}{2};$$

$$f = \frac{Pl^3}{EJ} \left[ \frac{1}{3} \left( \frac{a}{l} \right)^3 + \frac{1}{4} \left( \frac{a}{l} \right)^2 \right].$$



$$P = ql; \quad A = \frac{3}{8} P; \quad B = \frac{5}{8} P; \quad M = \frac{Px}{2} \left( \frac{3}{4} - \frac{x}{l} \right);$$

$$M_{max} = -\frac{Pl}{8}; \quad M' = \frac{9}{128} Pl \quad p/x = \frac{3}{8} l;$$

$$y = \frac{Pl^3}{EJ} \frac{1}{48} \left[ \frac{x}{l} - 3 \left( \frac{x}{l} \right)^3 + 2 \left( \frac{x}{l} \right)^4 \right];$$

$$f_{max} = \frac{Pl^3}{EJ} \frac{1}{185} \quad p/x = 0,4215 l; \quad [k = 2,5740];$$

$$f = \frac{Pl^3}{EJ} \frac{1}{187} \quad p/x = \frac{3}{8} l; \quad [k = 2,5465].$$

As cargas são equidistantes entre si e entre os apoios.  
Os valores máximos são sublinhados.

Disposição das cargas	Momento fletor			Unidade	Força cortante				Unidade	Disposição das cargas	Momento fletor			Unidade	Força cortante				Unidade
	no vão		no apoio		Q <sub>1</sub> direita	Q <sub>2</sub> esquerda	Q <sub>2</sub> direita	Q <sub>3</sub> esquerda			no vão		no apoio		Q <sub>1</sub> direita	Q <sub>2</sub> esquerda	Q <sub>2</sub> direita	Q <sub>3</sub> esquerda	
	M <sub>1</sub> '	M <sub>2</sub> '									M <sub>2</sub>	M <sub>1</sub> '							
	0,070	0,070	-0,125	wl <sup>2</sup>	0,375	0,625	0,625	0,375	wl		0,222	0,222	-0,333	Pl	0,667	1,334	1,334	0,667	P
	0,096	-0,026	-0,063		0,437	0,563	0,063	-0,063			0,278	-0,056	0,167		0,833	1,167	1,167	-0,167	
	0,156	0,156	-0,188	Pl	0,312	0,688	0,688	0,312	P		0,266	0,266	-0,469	Pl	1,031	1,969	1,969	1,031	P
	0,203	-0,047	0,094		0,405	0,594	0,094	-0,094			0,383	-0,117	0,234		1,266	1,734	0,324	0,234	

Disposição das cargas	Momento fletor					Força cortante						Unidade
	M <sub>1</sub> '	no vão M <sub>2</sub> '	no apoio M <sub>3</sub> '	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	Q <sub>1</sub> à direita	Q <sub>2</sub> à esquerda	Q <sub>2</sub> à direita	Q <sub>3</sub> à esquerda	Q <sub>3</sub> à direita	Q <sub>4</sub> à esquerda	
	0,080	0,025	0,080	-0,100	-0,100	0,400	0,600	0,500	0,500	0,600	0,400	w l <sup>2</sup>
	0,101	-0,050	0,101	-0,050	-0,050	0,450	0,550	0	0	0,550	0,450	
	-0,021	0,075	-0,021	-0,050	-0,050	-0,050	0,050	0,500	0,500	0,050	-0,050	
	0,073	0,050	-0,013	-0,117	-0,033	0,383	0,617	0,583	0,417	0,033	-0,033	
	0,094	-0,025	0,007	-0,067	0,017	0,433	0,567	0,083	-0,083	-0,017	0,017	P l
	0,175	0,100	0,175	-0,150	-0,150	0,350	0,650	0,500	0,500	0,650	0,350	
	0,213	-0,075	0,213	-0,075	-0,075	0,425	0,575	0	0	0,575	0,425	
	-0,038	0,175	-0,038	-0,075	-0,075	-0,075	0,075	0,500	0,500	0,075	-0,075	
	0,162	0,137	-0,025	-0,175	-0,050	0,325	0,675	0,625	0,375	0,050	-0,050	P
	0,200	-0,038	0,012	-0,100	0,025	0,400	0,600	0,125	-0,125	-0,125	0,025	
	0,244	0,067	0,244	-0,267	-0,267	0,733	1,267	1,000	1,000	1,267	0,733	P l
	0,289	-0,133	0,289	-0,133	-0,133	0,867	1,133	0	0	1,133	0,867	
	-0,044	0,200	-0,044	-0,133	-0,133	-0,133	0,133	1,000	1,000	0,133	-0,133	
	0,229	0,133	-0,030	-0,311	-0,089	0,689	1,311	1,222	0,778	0,133	-0,133	
	0,274	0,066	0,015	-0,175	0,044	0,822	1,178	0,222	-0,222	-0,044	0,044	P l
	0,313	0,125	0,313	-0,375	-0,375	1,125	1,875	1,500	1,500	1,875	1,125	
	0,406	-0,188	0,406	-0,188	-0,188	1,313	1,688	0	0	1,688	1,313	
	-0,094	0,313	-0,094	-0,188	-0,188	-0,188	0,188	1,500	1,500	0,188	-0,188	
	0,281	0,219	-0,063	-0,473	-0,125	1,063	1,937	1,812	1,188	0,125	-0,125	P
	0,375	-0,094	0,031	-0,250	0,062	1,250	1,750	0,312	-0,312	-0,062	0,062	

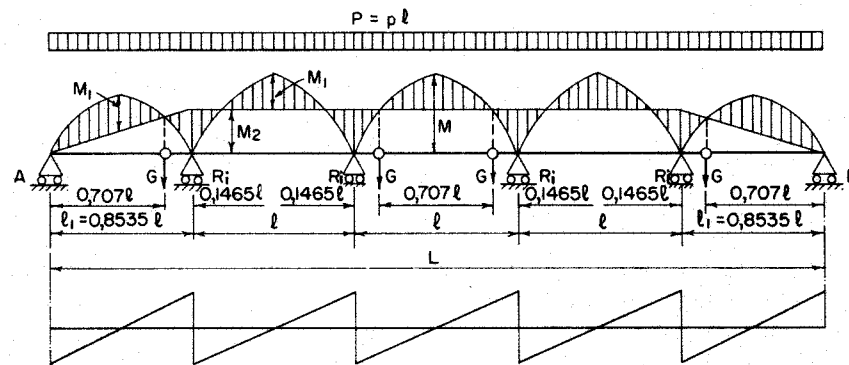
As cargas são equidistantes entre elas e os apoios.

O valores máximos são sublinhados.

Disposição das cargas	MOMENTO FLETOR							Unidade	FORÇA CORTANTE								Unidade
	NO VÃO				NO APOIO				Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	
	M <sub>1</sub> '	M <sub>2</sub> '	M <sub>3</sub> '	M <sub>4</sub> '	M <sub>2</sub> '	M <sub>3</sub> '	M <sub>4</sub> '		à direita	à esquerda	à direita	à esquerda	à direita	à esquerda	à direita	à esquerda	
	0,077	0,036	0,036	0,077	-0,107	-0,071	-0,107	w l <sup>2</sup>	0,393	0,607	0,536	0,464	0,464	0,536	0,607	0,393	w l
	<u>0,100</u>	-0,045	<u>0,081</u>	-0,023	-0,054	-0,036	-0,054		<u>0,446</u>	0,554	0,018	-0,018	0,482	0,518	0,054	-0,054	
	0,072	0,061	-0,036	0,097	-0,121	-0,018	-0,058		0,380	<u>0,620</u>	<u>0,603</u>	0,397	-0,040	0,040	0,558	0,442	
	-0,015	0,056	0,056	-0,015	-0,036	-0,107	-0,036		-0,036	0,036	0,429	<u>0,571</u>	<u>0,571</u>	0,429	0,036	-0,036	
	0,094	-0,022	0,008	-0,002	-0,067	0,018	0,004		0,433	0,567	0,085	-0,085	-0,022	0,022	0,004	-0,004	
	-0,021	0,073	-0,022	0,005	-0,049	-0,054	<u>0,013</u>		-0,049	0,049	0,496	0,504	0,067	-0,067	-0,013	0,013	
	0,169	0,116	0,116	0,169	-0,161	-0,107	-0,161	P l	0,339	0,661	0,553	0,446	0,446	0,553	0,661	0,339	P
	<u>0,210</u>	-0,067	<u>0,183</u>	-0,040	-0,080	-0,054	-0,080		<u>0,420</u>	0,580	0,027	-0,027	0,473	0,527	0,080	-0,080	
	0,160	0,146	-0,057	0,207	-0,181	-0,027	-0,087		0,319	<u>0,681</u>	<u>0,654</u>	0,346	-0,060	0,060	0,587	0,413	
	-0,027	0,143	0,143	-0,027	-0,054	-0,161	-0,054		-0,054	0,054	0,393	<u>0,607</u>	<u>0,607</u>	0,393	0,054	-0,054	
	0,200	-0,037	0,010	-0,004	-0,100	-0,027	-0,007		0,400	0,600	0,127	-0,127	-0,033	0,033	0,007	-0,007	
	-0,037	0,173	-0,030	0,010	-0,074	-0,080	<u>0,020</u>		-0,074	0,074	0,493	0,507	0,100	-0,100	-0,020	0,020	
	0,238	0,111	0,111	0,238	-0,286	-0,191	-0,286	P l	0,714	1,286	1,095	0,905	0,905	1,095	1,286	0,714	P
	<u>0,286</u>	-0,111	<u>0,222</u>	-0,048	-0,143	-0,095	-0,143		<u>0,857</u>	1,143	0,048	-0,048	0,952	1,048	0,143	-0,143	
	0,226	0,194	-0,084	0,281	-0,321	-0,048	-0,155		0,679	<u>1,321</u>	<u>1,274</u>	0,726	-0,107	0,107	1,155	0,845	
	-0,032	0,175	0,175	-0,032	-0,095	-0,286	-0,095		-0,095	0,095	0,810	<u>1,190</u>	<u>1,190</u>	0,810	0,095	-0,095	
	0,274	-0,027	0,028	-0,004	-0,178	0,048	-0,012		0,821	1,178	0,226	-0,226	-0,060	0,060	0,012	-0,012	
	-0,044	-0,198	-0,083	0,012	-0,131	-0,143	<u>0,036</u>		-0,131	0,131	0,988	1,012	0,178	-0,178	-0,036	0,036	
	0,229	0,165	0,165	0,229	-0,402	-0,268	-0,402	P l	1,098	1,902	1,634	1,366	1,366	1,634	1,902	1,098	P
	<u>0,400</u>	-0,167	<u>0,333</u>	-0,101	-0,201	-0,134	-0,201		<u>1,299</u>	1,701	0,067	-0,067	1,433	1,567	0,201	-0,201	
	0,274	0,241	-0,143	0,391	-0,452	-0,067	-0,218		1,048	<u>1,952</u>	<u>1,885</u>	1,115	-0,151	0,151	1,718	1,281	
	-0,067	0,232	0,232	-0,067	-0,134	-0,402	-0,234		-0,134	0,134	1,232	<u>1,768</u>	<u>1,768</u>	1,232	0,134	-0,134	
	0,375	-0,092	0,025	-0,009	-0,251	0,067	-0,017		1,249	1,751	0,318	-0,318	-0,084	0,084	0,017	-0,017	
	-0,092	0,308	-0,075	0,025	-0,184	-0,201	<u>0,050</u>		-0,184	0,184	1,483	1,517	0,251	-0,251	-0,050	0,050	

# VIGAS GERBER

## MOMENTOS MÁXIMOS para CARGA DISTRIBUIDA



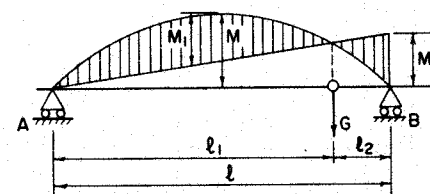
$$M_1 = M_2 = \frac{M}{2} = 0,0625 p l^2$$

Subdivisão e disposição mais comum para obter  $M_1 = M_2$ .

Sobre os apoios  $A = B = 0,3535 p l$ ; sobre os intermediários  $R_i = p l$ ;

sobre as articulações  $G = 0,3535 p l$ .

TRAMOS EXTREMOS PARA  
OBTER  $M_1 = M_2$ .



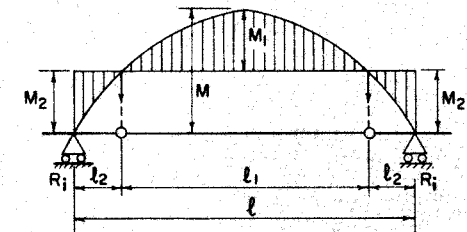
$$l_1 = l (\sqrt{8} - 2) = 0,8284 l;$$

$$l_2 = l (3 - \sqrt{8}) = 0,1716 l;$$

$$M_1 = M_2 = 0,6863 p l^2; M = 0,0858 p l^2.$$

$$A = 0,3535 p l; B = p l; G = 0,3535 p l.$$

TRAMOS INTERMEDIÁRIOS PARA  
OBTER  $M_1 = M_2$ .



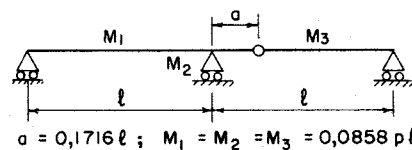
$$l_1 = \frac{l}{\sqrt{2}} = 0,707 l;$$

$$l_2 = \frac{l}{2} - \frac{l}{4\sqrt{2}} = 0,1465 l;$$

$$M_1 = M_2 = 0,5 p l^2; M = 0,0625 p l^2;$$

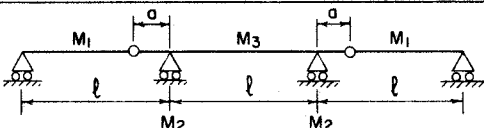
$$R_i = p l; G = 0,3535 p l.$$

DE 2 TRAMOS (vãos)



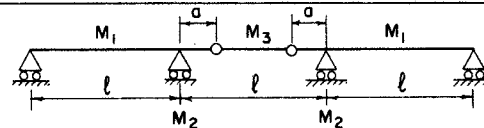
$$a = 0,1716 l; M_1 = M_2 = M_3 = 0,0858 p l^2.$$

DE 3 TRAMOS (1ª disposição)



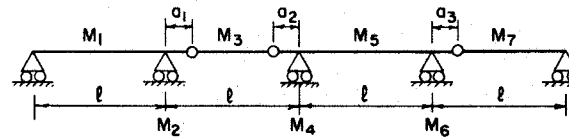
$$a = 0,125 l = \frac{l}{8}; M_2 = M_3 = p \frac{l^2}{16}; M_1 = M_4 = 0,0957 p l^2.$$

DE 3 TRAMOS (2ª disposição)



$$a = 0,22 l; M_1 = M_2 = 0,0858 p l^2; M_3 = 0,0392 p l^2.$$

DE 4 TRAMOS (vãos)



$$a_1 = 0,2035 l; a_2 = 0,157 l; a_3 = 0,125 l;$$

$$M_1 = M_2 = 0,0858 p l^2; M_3 = 0,0511 p l^2;$$

$$M_4 = M_5 = M_6 = p \frac{l^2}{16}; M_7 = 0,0957 p l^2.$$

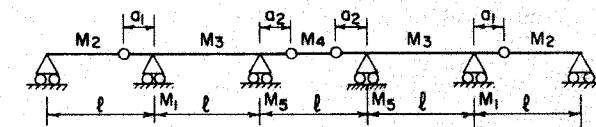
Para obter:

$$M_1 = M_3 = M_6 = M_7 = 0,0858 p l^2.$$

deve ser:

$$a_3 = 0,1716 l; M_5 = 0,0511 p l^2.$$

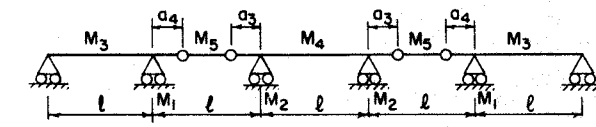
DE 5 TRAMOS (1ª disposição)



$$a_1 = 0,125 l; a_2 = 0,1465 l;$$

$$M_1 = M_3 = M_5 = M_7 = p \frac{l^2}{16}; M_2 = 0,0957 p l^2.$$

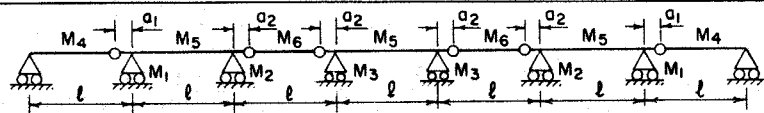
DE 5 TRAMOS (2ª disposição)



$$a_4 = 0,2035 l; a_3 = 0,157 l;$$

$$M_1 = M_3 = 0,0858 p l^2; M_2 = M_4 = p \frac{l^2}{16}; M_5 = 0,0511 p l^2.$$

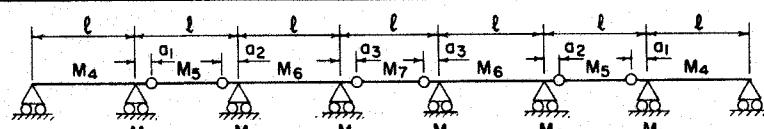
DE 7 TRAMOS (1ª disposição)



$$a_1 = 0,125l, \quad a_2 = 0,1465l,$$

$$M_1 = M_5 = M_2 = M_6 = M_3 = p \frac{l^2}{16}, \quad M_4 = 0,0957pl^2.$$

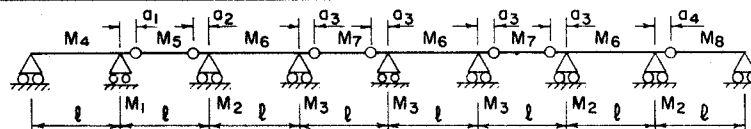
DE 7 TRAMOS (2ª disposição)



$$a_1 = 0,2035l, \quad a_2 = 0,157l, \quad a_3 = 0,1465l,$$

$$M_1 = M_4 = 0,0858pl^2, \quad M_2 = M_6 = M_7 = M_3 = p \frac{l^2}{16}, \quad M_5 = 0,0511pl^2.$$

DE 8 TRAMOS (vãos)



$$\text{Se: } a_1 = a_2 = a_3 = 0,1465l \text{ e } a_4 = 0,125l,$$

se obtém:

$$M_1 = M_2 = M_6 = M_3 = p \frac{l^2}{16}, \quad M_4 = M_8 = 0,0957pl^2,$$

ou também se:

$$a_1 = 0,2035l, \quad a_3 = 0,1465l, \quad a_2 = 0,157l, \quad a_4 = 0,125l,$$

$$M_2 = M_6 = M_3 = M_7 = p \frac{l^2}{16}, \quad M_1 = M_4 = 0,0957pl^2,$$

$$M_5 = 0,0511pl^2, \quad M_8 = 0,0858pl^2.$$

Geralmente para se cobrir um vão de largura L com n vãos com o mesmo momento é necessário que  $M_1 = M_2 = 0,0625pl^2$ , deve ser o comprimento dos tramos extremos  $l_i = 0,8535l$  e então:

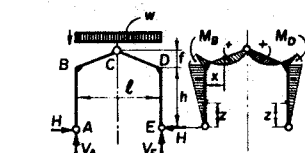
$$L = (n-2)l + 2l_i = (n-2)l + 2 \cdot 0,8535l \therefore$$

$$l \approx \frac{L}{n - 0,293}$$

COMPRIMENTOS DOS TRAMOS intermediários  $l$  e extremos  $l_i$

$l =$	3,50	3,60	3,70	3,80	3,90	4,00	4,10	4,20	4,30	4,40	4,50	4,60	4,70	4,80	4,90	5,00	m
$l_i =$	3,00	3,07	3,16	3,24	3,33	3,41	3,50	3,59	3,67	3,76	3,84	3,93	4,01	4,10	4,18	4,27	m
$l =$	5,00	5,10	5,20	5,30	5,40	5,50	5,60	5,70	5,80	5,90	6,00	6,10	6,20	6,30	6,40	6,50	m
$l_i =$	4,27	4,35	4,44	4,52	4,61	4,69	4,78	4,87	4,95	5,04	5,12	5,21	5,29	5,38	5,46	5,55	m

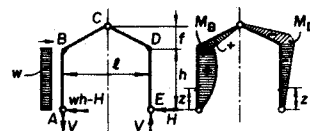
# PÓRTICOS E QUADROS



$$V_A = V_E = \frac{w\ell}{2}; \quad H = \frac{w\ell^2}{2(f+h)}$$

Nos elementos  $\bar{A}\bar{B}$  e  $\bar{E}\bar{D}$ :  $M_z = -H_z$ ;  $M_B = M_D = -Hh$

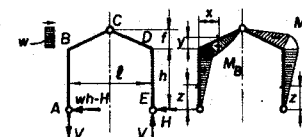
Nos elementos  $\bar{B}\bar{C}$  e  $\bar{C}\bar{D}$ :  $M_x = \frac{wx}{2}(\ell - x) - H_z$



$$V = \frac{wh^2}{2\ell}; \quad H = \frac{wh^2}{4(f+h)}$$

No elemento  $\bar{A}\bar{B}$ :  $M_z = (wh-H)z - \frac{wz^2}{2}$ ;  $M_B = \frac{wh^2}{2} - Hh$

No elemento  $\bar{D}\bar{E}$ :  $M_z = -H_z$ ;  $M_D = -Hh$

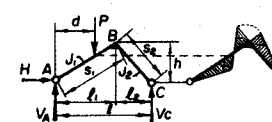


$$V = \frac{wf(f+2h)}{2\ell}; \quad H = \frac{wf(f+2h)}{4(f+h)}$$

No elemento  $\bar{A}\bar{B}$ :  $M_z = (wf-H)z$ ;  $M_B = (wf-H)h$

No elemento  $\bar{B}\bar{C}$ :  $M_x = (wf-H)(h+y) - Vx - \frac{wy^2}{2}$

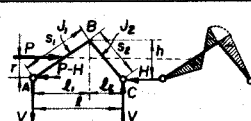
No elemento  $\bar{D}\bar{E}$ :  $M_z = -H_z$ ;  $M_D = -Hh$



$$K = \frac{J_z s_1}{J_1 s_2}; \quad \delta = \frac{d}{\ell}$$

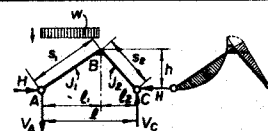
$V_A = P \frac{\ell-d}{\ell}$ ;  $V_C = P \frac{d}{\ell}$

$H = \frac{Pd}{2h\ell} \frac{2\ell_2 + (3\ell - \ell_2^2 - 2\ell_1)K}{K+1}$



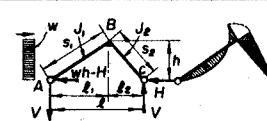
$$K = \frac{J_z s_1}{J_1 s_2}; \quad \delta = \frac{f}{h}; \quad V = P \frac{f}{\ell}$$

$$H = \frac{Ps}{2\ell} \frac{\ell + 2\ell_1 - \ell_2^2 + 2\ell_1 K}{K+1}$$



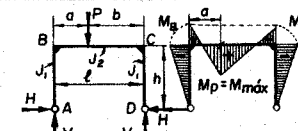
$$K = \frac{J_z s_1}{J_1 s_2}; \quad V_A = \frac{w\ell_1}{2\ell}(\ell + \ell_2); \quad V_C = \frac{w\ell_2}{2\ell}$$

$$H = \frac{w\ell_1^2}{8h\ell} \frac{4\ell_2 + (\ell + 4\ell_2)K}{K+1}$$



$$K = \frac{J_z s_1}{J_1 s_2}; \quad V = \frac{wh^2}{2\ell}$$

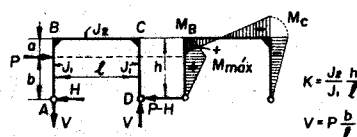
$$H = \frac{wh}{8\ell} \frac{4\ell_2 + (\ell + 5\ell_2)K}{K+1}$$



$$K = \frac{J_z h}{J_1 \ell}; \quad V_A = P \frac{b}{\ell}; \quad V_D = P \frac{a}{\ell}$$

$$H = \frac{3Pab}{2h\ell(2K+3)}$$

$$M_B = M_C = \frac{3}{2(2K+3)} \frac{Pab}{\ell}; \quad M_p = M_{\max} = \frac{4K+3}{2(2K+3)} \frac{Pab}{\ell}$$

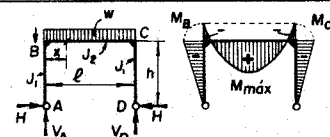


$$K = \frac{J_z h}{J_1 \ell}; \quad V = P \frac{b}{\ell}$$

$$H = \frac{P}{2} \frac{K(4h^2 + b^2 - 3bh^2) + 6h^2 - 3bh^2}{h^2(2K+3)}$$

$$M_{\max} = Hb; \quad M_B = Hh - Pa = Pb \frac{K(h^2 + b^2) + 3h^2}{2h^2(2K+3)}$$

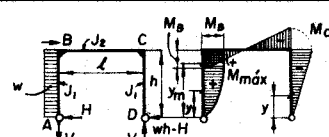
$$M_C = -(P-H)h = Pb \frac{K(b^2 - 3h^2) - 3h^2}{2h^2(2K+3)}$$



$$K = \frac{J_z h}{J_1 \ell}; \quad V_A = V_D = \frac{w\ell}{2}; \quad H = \frac{w\ell^2}{4h(2K+3)}$$

$$M_B = M_C = -\frac{w\ell^2}{4} \frac{1}{2K+3}; \quad M_x = \frac{w\ell x}{2} - \frac{wx^2}{2} + M_B$$

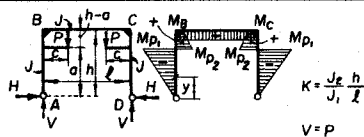
$$M_{\max} = \frac{(2K+1)}{(2K+3)} \frac{w\ell^2}{8}$$



$$K = \frac{J_z h}{J_1 \ell}; \quad V = \frac{wh^2}{2\ell}; \quad H = \frac{wh}{8} \frac{11K+18}{2K+3}$$

$$M_B = \frac{3}{8} w\ell^2 \frac{K+2}{2K+3}; \quad M_C = -\frac{wh^2}{8} \frac{5K+6}{2K+3}$$

$$M_{\max} = \frac{wh^2}{128} \frac{(11K+18)}{(2K+3)} \text{ para } y = y_m = \frac{h}{8} \frac{11K+18}{2K+3}$$

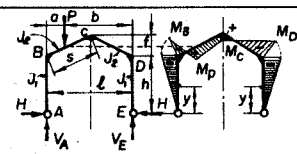


$$K = \frac{J_z h}{J_1 \ell}; \quad V = P$$

$$H = 3Pc \frac{K(h^2 - a^2) + h^2}{h^2(2K+3)}; \quad M_y = -Hy \text{ (para } 0 \leq y \leq a)$$

$$M_{p1} = -Ha; \quad M_{p2} = Pc - Ha; \quad M_y = Pc - Hy \text{ (para } a \leq y \leq h)$$

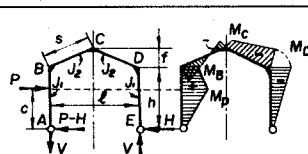
$$M_B = M_C = 0 \text{ para } a \geq \frac{h}{\sqrt{3}}; \quad M_B = M_C = Pc - Hh$$



$$K = \frac{J_z h}{J_1 s}; \quad V_A = \frac{Pb}{\ell}; \quad V_E = \frac{Pa}{\ell}$$

$$H = \frac{Pa}{4\ell^2} \frac{6hb\ell + f(3\ell^2 - 4a^2)}{h^2(K+3) + f(3h+f)}; \quad M_y = -Hy; \quad M_B = M_D = -Hh$$

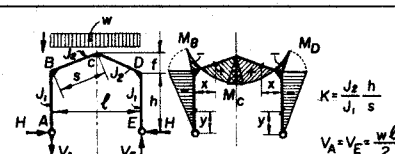
$$M_p = V_A a - H(h + \frac{2fa}{\ell}); \quad M_C = \frac{Pa}{2} - H(h+f)$$



$$K = \frac{J_z h}{J_1 s}; \quad V = \frac{Pc}{\ell}$$

$$H = \frac{Pc}{4h} \frac{K(3h^2 - c^2) + 3h(2h+f)}{h^2(K+3) + f(3h+f)}; \quad M_p = (P-H)c$$

$$M_B = Pc - Hh; \quad M_D = -Hh; \quad M_C = \frac{Pc}{2} - H(h+f)$$

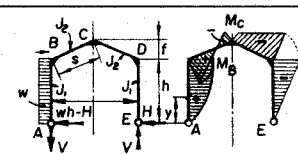


$$K = \frac{J_z h}{J_1 s}; \quad V_A = V_E = \frac{w\ell}{2}$$

$$H = \frac{w\ell^2}{32} \frac{8h+5f}{h^2(K+3) + f(3h+f)}$$

Nos elementos  $\bar{A}\bar{B}$  e  $\bar{E}\bar{D}$ :  $M_y = -Hy$ ;  $M_B = M_D = -Hh$ .

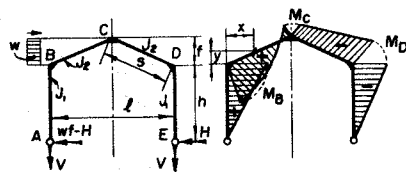
Nos elem.  $\bar{B}\bar{C}$  e  $\bar{D}\bar{C}$ :  $M_x = \frac{wx}{2}(\ell - x) - H(h + \frac{2fx}{\ell})$ ;  $M_C = \frac{w\ell^2}{8} - H(h+f)$



$$K = \frac{J_z h}{J_1 s}; \quad V = \frac{wh^2}{2\ell}; \quad H = \frac{wh^2}{16} \frac{5hK+6(2h+f)}{h^2(K+3) + f(3h+f)}$$

$$M_y = (wh-H)y - \frac{wy^2}{2}; \quad M_B = \frac{wh^2}{2} - Hh$$

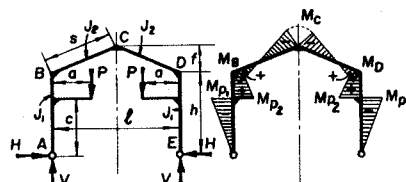
$$M_C = \frac{wh^2}{4} - H(h+f); \quad M_D = -Hh$$



$$K = \frac{J_2 h}{J_1 s} \quad V = \frac{wf(2h+f)}{2\ell}$$

$$H = \frac{wf}{16} \frac{8h^2(K+3)+5f(4h+f)}{h^2(K+3)+f(3h+f)}; \quad M_B = (wf-H)h$$

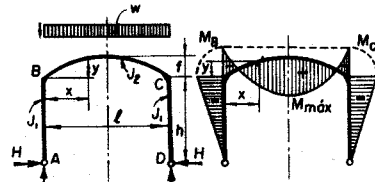
$$M_x = (wf-H)(h+y) - Vx - \frac{wy^2}{2}; \quad M_C = V\frac{\ell}{2} - H(h+f); \quad M_D = -Hh$$



$$K = \frac{J_2 h}{J_1 s} \quad V = P$$

$$H = \frac{3Pa}{2h} \frac{K(h^2-c^2)+h(2h+f)}{h^2(K+3)+f(3h+f)}; \quad M_D = -Hc; \quad M_P = Pa - Hc$$

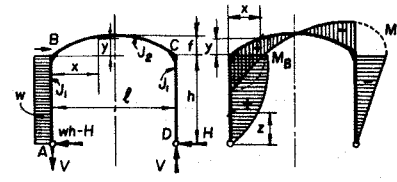
$$M_B = M_D = Pa - Hh; \quad M_C = Pa - H(h+f)$$



$$K = \frac{J_2 h}{J_1 \ell}; \quad V_A = V_D = \frac{w\ell}{2}$$

$$H = \frac{w\ell^2}{4} \frac{5h+4f}{5h^2(2K+3)+4f(5h+2f)}; \quad M_B = M_C = -Hh$$

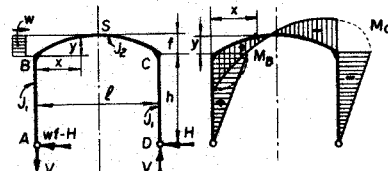
$$M_x = \frac{wx}{2}(\ell-x) - H(h+y); \quad M_{\max} = \frac{w\ell^2}{8} - H(h+f)$$



$$K = \frac{J_2 h}{J_1 \ell}; \quad V = \frac{wh^2}{2\ell}; \quad H = \frac{5wh^2}{8} \frac{h(5K+6)+4f}{5h^2(2K+3)+4f(5h+2f)}$$

$$\text{No elem. } \overline{AB}: M_x = (wh-H)z - \frac{wz^2}{2}; \quad M_B = \frac{wh^2}{2} - Hh$$

$$\text{No elem. } \overline{BC}: M_x = V(\ell-x) - H(h+y); \quad M_C = -Hh$$

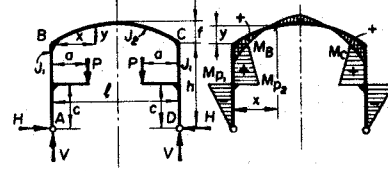


$$K = \frac{J_2 h}{J_1 \ell}; \quad V = wf \frac{2h+f}{2\ell}$$

$$H = \frac{wf}{14} \frac{35h^2(2K+3)+16f(7h+2f)}{5h^2(2K+3)+4f(5h+2f)}; \quad M_B = (wf-H)h$$

$$\text{No elem. } \overline{BS}: M_x = (wf-H)(h+y) - Vx - \frac{wy^2}{2}$$

$$\text{No elem. } \overline{SC}: M_x = V(\ell-x) - H(h+y); \quad M_C = -Hh$$

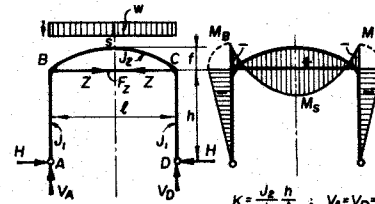


$$K = \frac{J_2 h}{J_1 \ell} \quad V = P$$

$$H = \frac{5}{h} \frac{Pa}{5h^2(2K+3)+4f(5h+2f)} \frac{3K(h^2-c^2)+h(3h+2f)}{h^2(K+3)+f(3h+f)}$$

$$M_D = -Hc; \quad M_P = Pa - Hc; \quad M_B = M_C = Pa - Hh$$

$$\text{No elemento } \overline{BC}: M_x = Pa - H(h+y)$$



$$K = \frac{J_2 h}{J_1 \ell}; \quad V_A = V_D = \frac{w\ell}{2}$$

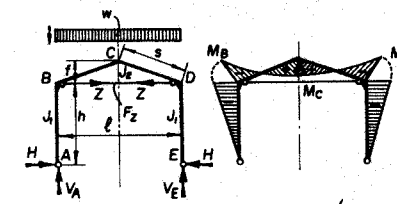
Estôrcpo no tirante:

$$Z = \frac{w\ell^2}{8f} \frac{1}{1+\mu} \text{ com } \mu = \frac{EJ_2}{72E_2F_2} \alpha^2 h^2(2K+3) - 2\alpha ph + 0,4\theta^2$$

em que:  $\alpha = \frac{5h+4f}{5h^2(2K+3)+4f(5h+2f)}$  e  $\beta = 1-2f\alpha$

$$H = \frac{w\ell^2}{4} \frac{\alpha}{1+\lambda} \text{ com } \lambda = \frac{1}{\mu}; \quad M_B = M_C = -Hh; \quad M_S = \frac{w\ell^2}{8} H(h+f) - Zf$$

Para tirante rígido:  $E_2 = \infty; \mu = 0; \lambda = \infty$  e  $Z = \frac{w\ell^2}{8f}, H = 0$ .

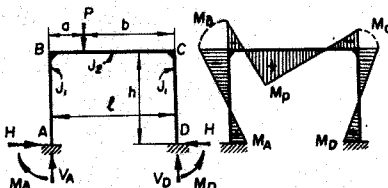


$$K = \frac{J_2 h}{J_1 s}; \quad m = \frac{EJ_2}{E_2F_2}; \quad \alpha = \frac{1}{1+\frac{3m\ell}{2f^2s}} \left\{ \begin{array}{l} \text{Para tirante} \\ \text{absolutamente} \\ \text{rígido } \alpha=1 \end{array} \right.$$

$$V_A = V_C = \frac{w\ell}{2}; \quad H = \frac{w\ell^2}{16} \frac{h(16-15\alpha)+10f(1-\alpha)}{h^2(4K+12-9\alpha)+12hf(l-\alpha)+4f^2(1-\alpha)}$$

Tensão no tirante:  $Z = Z_0 - Z_0H$  em que  $Z_0 = \frac{5w\ell^2}{32f}\alpha; Z_0 = \left(\frac{3h}{2f} + 1\right)\alpha$

$$M_B = M_D = -Hh; \quad M_C = \frac{w\ell^2}{8} - H(h+f) - Zf \quad (M_C \text{ também } < 0)$$

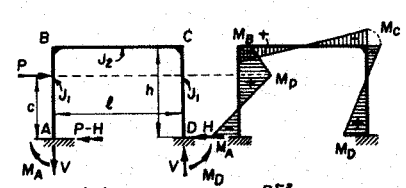


$$K = \frac{J_2 h}{J_1 \ell}; \quad \delta = \frac{a}{\ell}$$

$$V_A = \frac{Pb}{\ell} \frac{6K+1+\delta-2\delta^2}{6K+1}; \quad V_D = \frac{Pa}{\ell} \frac{6K+3\delta-2\delta^2}{6K+1}$$

$$H = \frac{3Pab}{2h\ell(K+2)}; \quad M_A = \frac{Pab}{2\ell} \frac{5K-1+2\delta(K+2)}{(K+2)(6K+1)}; \quad M_B = M_A - Hh$$

$$M_D = \frac{Pab}{2\ell} \frac{3+7K-2\delta(K+2)}{(K+2)(6K+1)}; \quad M_C = M_D - Hh$$

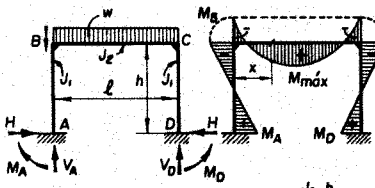


$$K = \frac{J_2 h}{J_1 \ell}; \quad \delta = \frac{c}{\ell}; \quad H = \frac{P\delta^2}{2(K+2)} [3(K+1) - \delta(2K+1)]$$

$$V = \frac{3Pc\delta K}{\ell(6K+1)}; \quad M_A = \frac{Pc\delta}{2} \left[ \frac{2}{5} \frac{3+2K-\delta(K+1)}{K+2} - \frac{3K}{6K+1} \right]$$

$$M_D = \frac{Pc\delta}{2} \left[ \frac{3+2K-\delta(K+1)}{K+2} - \frac{3K}{6K+1} \right]; \quad M_C = M_D - Hh$$

$$M_P = M_A + (P-H)c; \quad M_B = M_A - Hh + Pc$$

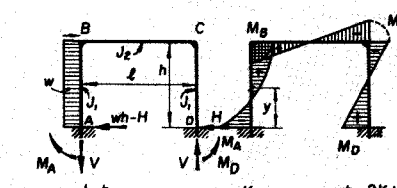


$$K = \frac{J_2 h}{J_1 \ell}$$

$$V_A = V_D = \frac{w\ell}{2} \quad H = \frac{w\ell^2}{4h(K+2)}$$

$$M_A = M_D = \frac{w\ell^2}{12(K+2)} \quad M_B = M_C = -\frac{w\ell^2}{6(K+2)}$$

$$M_x = \frac{wx}{2}(\ell-x) - \frac{w\ell^2}{6(K+2)} \quad M_{\max} = \frac{w\ell^2}{24} \frac{3K+2}{K+2}$$



$$K = \frac{J_2 h}{J_1 \ell}; \quad V = wh^2 \frac{K}{\ell(6K+1)}; \quad H = \frac{wh}{8} \frac{2K+3}{K+2};$$

$$M_A = \frac{wh^2}{24} \left( 12 - \frac{5K+9}{K+2} - \frac{12K}{6K+1} \right); \quad M_B = M_A - Hh + \frac{wh^2}{2};$$

$$M_D = \frac{wh^2}{24} \left( \frac{5K+9}{K+2} - \frac{12K}{6K+1} \right); \quad M_C = M_D - Hh;$$

$$M_x = M_A + (wh-H)y - \frac{wy^2}{2}$$





# EXEMPLOS

## EXEMPLOS DE CÁLCULO

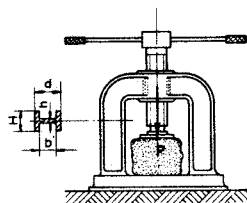
- Dimensionar a seção dos montantes da prensa em figura. Dados: carga máxima  $P = 3,2 \text{ t}$  material ferro fundido.

Coefficiente de segurança:

$$n = A \cdot B \cdot C \cdot D$$

$$\begin{cases} A = 2 \\ B = 2 \\ C = 1 \\ D = 2 \end{cases}$$

$$n = 2 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2 = 8$$



$$\sigma_t = \frac{\sigma_{tr}}{n} \quad \sigma_{tr} = 1300 \text{ kg/cm}^2 \quad \sigma_t = \frac{1300}{8} = 160 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_t = \frac{P}{S} \quad P = 1,6 \text{ t} = 1600 \text{ kg} \quad S = \frac{P}{\sigma_t} = \frac{1600}{160} = 10 \text{ cm}^2$$

(1 montante)

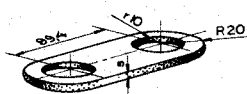
Área de seção  $S = Hd - b(H - h)$  admitido  $\begin{cases} b = 4 \text{ cm} \\ H = 3 \text{ cm} \\ d = 6 \text{ cm} \end{cases}$

$$10 = 3 \cdot 6 - 4(3 - h) \therefore h = \frac{10 - 3 \cdot 6 + 4 \cdot 3}{4} = 1 \text{ cm}$$

- Calcular a carga de corte P da peça da figura abaixo.

Bitola da chapa: U.S.S.G. 14

Material: aço ABNT 1030



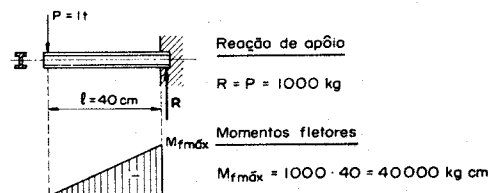
Perímetro p:  
 $p = 2 \cdot 99,4 + 2 \cdot 20 + 2 \cdot 20 = 450 \text{ mm}$

Espessura s:  
 $s = 1,98 \text{ mm}$

$$\sigma_{cr} = \frac{P}{S} \quad \begin{cases} \sigma_{tr} = 48 \text{ kg/mm}^2 \\ \sigma_{cr} = 3/4 \cdot 48 = 36 \text{ kg/mm}^2 \\ S = p \cdot s = 450 \cdot 1,98 = 891 \text{ mm}^2 \end{cases}$$

$$P = \sigma_{cr} \cdot S = 36 \cdot 891 = 32076 \text{ kg}$$

- Dimensionar a seção da viga I da figura.

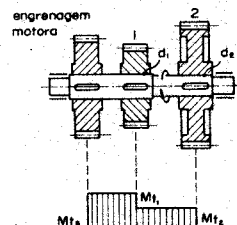


Dimensões da seção: ( $\sigma_f = 1400 \text{ kg/cm}^2$ )

$$\sigma_f = \frac{M_f}{W_f} \quad 1400 = \frac{40000}{W_f} \therefore W_f = \frac{40000}{1400} = 29 \text{ cm}^3$$

viga I 3" x 2-3/8" x 1/4"

- O eixo em figura faz parte de um mecanismo de transmissão, onde são conhecidos: potência  $N = 5 \text{ HP}$ , rotação 500 rpm, material aço ABNT 1040 (carreg. III). A engrenagem 1 absorve 3/5 do momento torçor, e o restante é absorvido pela engrenagem 2. Calcular os diâmetros  $d_1$  e  $d_2$ .



Momento torçor  
 $M_t = 71620 \cdot \frac{5}{500} = 716,2 \text{ kg cm}$

$$M_{t1} = \frac{3}{5} \cdot 716,2 = 429,7 \text{ kg cm}$$

$$M_{t2} = 716,2 - 429,7 = 286,5 \text{ kg cm}$$

Tensão admissível

$$\sigma_t = 600 \text{ kg/cm}^2$$

Diâmetro  $d_1$

$$d_{01} = \sqrt[3]{\frac{M_{t1}}{0,2 \cdot \sigma_t}} = \sqrt[3]{\frac{429,7}{0,2 \cdot 600}} = 1,8 \text{ cm}$$

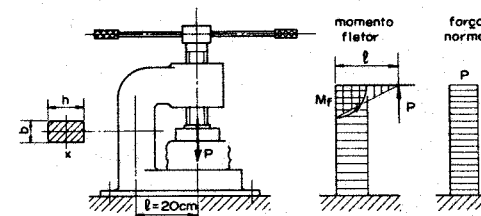
$b = 8 \text{ mm}$ ,  $t = 4 \text{ mm}$  e  $d_1 = 26 \text{ mm}$   
2 chavetas encaixadas: 8 x 7

Diâmetro  $d_2$

$$d_{02} = \sqrt[3]{\frac{M_{t2}}{0,2 \cdot \sigma_t}} = \sqrt[3]{\frac{286,5}{0,2 \cdot 600}} = 1,3 \text{ cm}$$

$b = 6 \text{ mm}$ ,  $t = 3,5 \text{ mm}$ ,  $d_2 = 20 \text{ mm}$ , chaveta encaixada 6 x 6.

- Dimensionar a seção indicada na prensa em figura, dados:  $P = 4 \text{ t}$ , material da coluna: aço ABNT 4524 AF.



A coluna está submetida à tração e flexão, logo:

$$\sigma_t = \frac{P}{S} + \frac{M_f}{W_f} \quad \begin{cases} P = 4000 \text{ kg} \\ M_f = P \cdot \ell = 4000 \cdot 20 = 80000 \text{ kg cm} \\ \sigma_t = 700 \text{ kg/cm}^2 \\ S = b \cdot h \\ W_f = \frac{b \cdot h^2}{6} \end{cases}$$

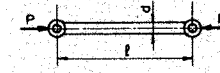
Medida adotada:  $h = 12 \text{ cm}$

$$b = 5,3 \text{ cm}$$

- Calcular o diâmetro de uma barra de aço doce de comprimento  $\ell = 150 \text{ cm}$ , articulada nas suas extremidades e submetida à compressão axial  $P = 8000 \text{ kg}$ .

Fórmula de Euler

$$P_{f1} = \frac{\pi^2 E J_{\min}}{\ell^2}$$



$$40000 = \frac{\pi^2 2200000 \cdot 0,0491 \cdot d^4}{150^2} \quad \begin{cases} E = 2200000 \text{ kg/cm}^2 \\ P_{f1} = n \cdot P = 5 \cdot 8000 \\ J_{\min} = 0,0491 \cdot d^4 \\ \ell = \ell = 150 \text{ cm} \end{cases}$$

$$d = \sqrt[4]{\frac{40000 \cdot 150^2}{\pi^2 2200000 \cdot 0,0491}} = 5,4 \text{ cm}$$

Verificação de  $\lambda$

$$\lambda = \frac{\ell_0}{\rho_{\min}} \quad \left\{ \begin{array}{l} \rho_{\min} = d/4 = 5,4/4 = 1,35 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$\lambda = 150/1,35 = 111$ . Este valor é maior que  $\lambda_0 = 105$ , portanto a fórmula de Euler pode ser aplicada.

# MECÂNICA APLICADA

## ATRITO DE ESCORREGAMENTO



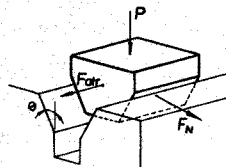
$F_N$  = força normal à superfície em contacto.

$F_{atr}$  = força de atrito

$\mu_o$  = coeficiente de atrito estático (início do movimento)

$\mu$  = coeficiente de atrito dinâmico (durante o movimento)

$\varphi$  = âng. de atrito.

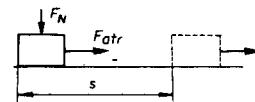


$$F_N = \frac{P}{2 \sin \theta}; \quad F_{atr} = 2 \mu F_N = \frac{\mu}{\sin \theta} P$$

Isto justifica o uso dos ângulos de abertura das correias em V, dos cones Morse, das fricções cônicas, dos freios de sapata com nervuras, etc. Tudo se passa como se o coeficiente de atrito fosse aumentado.

### COEFICIENTES E ÂNGULOS DE ATRITO

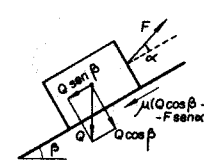
Materiais em contacto	Início do movimento				Durante o movimento			
	Sêco	Lubrificado	Sêco	Lubrificado	Sêco	Lubrificado	Sêco	Lubrificado
	$\mu_o$	$\mu$	$\varphi_o$	$\varphi$	$\mu$	$\mu$	$\varphi$	$\varphi$
Aço - aço	0,15	0,10	8°30'	5°30'	0,12	0,08	6°30'	4°30'
Aço - alumínio	0,18	0,12	10°10'	7°30'	0,14	0,09	8°	5°
Aço - ferro fund. ou bronze	0,18	0,12	10°10'	7°30'	0,16	0,10	9°	6°30'
Aço - gôlo	0,027	0,018	1°35'	0°55'	0,014	0,008	0°30'	0°15'
Aço - metal patente	0,23	0,15	12°50'	9°30'	0,22	0,15	12°30'	9°30'
Aço - pedra	—	—	—	—	0,5	0,2	26°30'	16°30'
Borracha - madeira ou metal	—	—	—	—	0,6	0,3	31°	16°
Bronze - bronze	—	—	—	—	0,2	0,15	11°20'	8°30'
Bronze - ferro	—	—	—	—	0,16	0,10	9°	6°30'
Bronze - ferro fund.	—	—	—	—	0,21	0,15	11°50'	9°30'
Corda de cânhamo - aço	—	—	—	—	0,25	0,15	14°	9°30'
Corda de cânhamo - madeira	0,7	0,35	35°	19°30'	0,50	0,35	26°30'	19°30'
Couro - ferro fund.	0,5	0,25	26°30'	15°40'	0,28	0,12	15°40'	8°30'
Couro - madeira	0,47	0,25	25°10'	16°30'	0,30	0,18	16°30'	10°40'
Fibra - ferro fund.	—	—	—	—	0,4	0,2	21°50'	13°30'
Ferro - ferro	—	—	—	—	0,44	0,30	23°50'	16°40'
Ferro - madeira dura	—	—	—	—	0,61	0,30	31°20'	19°30'
Ferro fund. - ferro	—	—	—	—	0,18	0,10	10°10'	6°30'
Ferro fund. - ferro fund.	—	—	—	—	0,22	0,15	12°20'	8°30'
Ferro fund. - ferodo	—	—	—	—	0,35	0,20	19°20'	11°20'
Ferro fund. - madeira dura	—	—	—	—	0,32	0,18	17°50'	10°40'
Madeira - gôlo	—	—	—	—	0,03	0,01	1°40'	0°30'
Madeira dura - madeira dura	0,65	0,33	33°	17°20'	0,25	0,16	14°	9°
Metal - ferro	—	—	—	—	0,18	0,10	10°10'	6°30'
Metal - madeira dura	0,5	0,25	26°30'	15°40'	0,4	0,2	21°50'	13°30'
Pedra - ferro	0,5	0,25	26°30'	15°40'	0,45	0,25	24°10'	14°30'
Pedra - madeira	0,6	0,3	31°	16°30'	0,40	0,2	21°50'	13°30'
Pedra - tijolo	—	—	—	—	0,6	0,3	31°	16°30'
Pneus - estradas	—	—	—	—	0,5	0,25	26°30'	15°40'
Rodas - trilhos	0,18	0,10	10°10'	5°30'	0,16	0,08	8°	4°30'



$$\text{Trabalho de atrito: } T = F_{atr} s = \mu F_N s \quad [hjm]$$

$$\text{Potência de atrito: } N = \frac{1}{75} \mu F_N v \quad [CV]$$

## PLANO INCLINADO

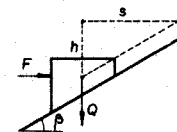


$$F = Q \frac{\sin(\beta + \varphi)}{\cos(\alpha \pm \varphi)} \quad \text{Força de ação na subida}$$

$$F = Q \frac{\sin(\beta - \varphi)}{\cos(\alpha \pm \varphi)} \quad \text{Força de retenção na descida}$$

sinai superior: F dirigida acima do plano

sinai inferior: F dirigida abaixo do plano



No caso particular desta figura, temos:  
 $-\alpha = \beta$

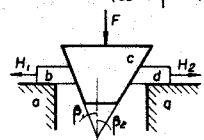
$$F = Q \operatorname{tg}(\beta \pm \varphi) \quad \begin{matrix} \text{subida} \\ \text{descida} \end{matrix}$$

$$\text{Rendimento } \eta = \frac{\text{trabalho útil}}{\text{trabalho motor}}$$

$$\eta = \frac{Q h}{F s} = \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg}(\beta \pm \varphi)} \quad \begin{matrix} \text{subida} \\ \text{descida} \end{matrix}$$

## CUNHAS

$$F = \frac{H_1}{1 \mp \mu \operatorname{tg} \varphi_{ob} \operatorname{tg}(\beta_1 \pm \varphi_{cb})} \operatorname{tg}(\beta_1 \pm \varphi_{cb}) + \frac{H_2}{1 \mp \mu \operatorname{tg} \varphi_{ad} \operatorname{tg}(\beta_2 \pm \varphi_{cd})} \operatorname{tg}(\beta_2 \pm \varphi_{cd})$$



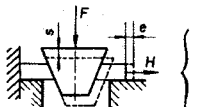
- Sinai superior: penetração (F atuando)
- Sinai inferior: extração ( $H_1, H_2$  atuando)

Desprezando todos os atritos, teremos a força teórica:

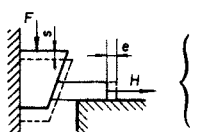
$$F_o = H_1 \operatorname{tg} \beta_1 + H_2 \operatorname{tg} \beta_2$$

Para cunha simétrica e coeficientes de atrito iguais:

$$F = 2 \frac{H}{1 \mp \mu \operatorname{tg}(\beta \pm \varphi)} \operatorname{tg}(\beta \pm \varphi)$$

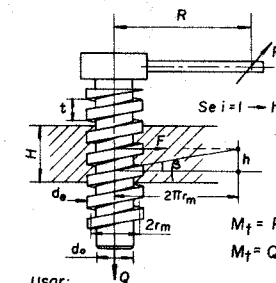


$$\left\{ \begin{aligned} H &= \frac{F}{2} [\cotg(\beta \pm \varphi) \mp \mu] \\ \eta &= \frac{T_u}{T_m} = \frac{H e}{F s} = \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg}(\beta \pm \varphi)} [1 \mp \mu \operatorname{tg}(\beta \pm \varphi)] \end{aligned} \right.$$



$$\left\{ \begin{aligned} F &= H \operatorname{tg}(\beta \pm 2\varphi) \quad H = F \cotg(\beta \pm 2\varphi) \\ \eta &= \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg}(\beta \pm 2\varphi)} \end{aligned} \right.$$

## RÔSCAS



### FILÊTE RETANGULAR

$$\left\{ \begin{aligned} h &= it \\ t &= \text{passo da rôsca} \\ i &= \text{n}^\circ \text{ de entradas} \end{aligned} \right.$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{h}{2\pi r_m} = \frac{it}{2\pi r_m}$$

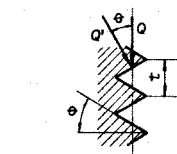
$$F = Q \operatorname{tg}(\beta \pm \varphi) \quad \begin{matrix} \text{subida} \\ \text{descida} \end{matrix}$$

Usar:

Sinai superior — quando o mov. é dirigido contrário a Q (F de ação)

Sinai inferior — quando o mov. é dirigido no sentido de Q (F de retenção)

$$F \text{ de ação } \rightarrow \eta = \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg}(\beta + \varphi)} \quad F \text{ de retenção } \rightarrow \eta = \frac{\operatorname{tg}(\beta - \varphi)}{\operatorname{tg} \beta}$$



### FILÊTE TRIANGULAR

As fórmulas acima são válidas também para filetes triangulares, substituindo-se, apenas,  $\mu$  por  $\mu'$ :

$$\mu' = \frac{\mu}{\cos \theta}$$

## DIMENSIONAMENTO

$$d_o = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \sigma}} \quad (\text{tração ou compressão}); \quad d_o = \sqrt[3]{\frac{16 M_t}{\pi \tau}} \quad (\text{torção})$$

$$\left\{ \begin{aligned} H &= nt = \frac{6Q}{\pi d_o \sigma_t} \quad (\text{filête retangular}) \\ H &= nt = \frac{3Q \cos \theta}{\pi d_o \sigma_t} \quad (\text{filête triangular}) \end{aligned} \right. \quad \left\{ \begin{aligned} H &= \text{altura da porca. } n = \text{n}^\circ \text{ de filetes da porca} \\ \sigma &= \text{tensão de tração ou compressão} \\ \sigma_t &= \text{tensão de flexão} \\ \tau &= \text{tensão de torção} \end{aligned} \right.$$

$$\left\{ \begin{aligned} \text{Pressão específica} \\ \text{porca/parafuso} \end{aligned} \right. \quad \left\{ \begin{aligned} \text{ferro/ferro} &\rightarrow p \leq 150 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{ferro/bronze} &\rightarrow p \leq 125 \text{ "} \\ \text{ferro/ferro fund.} &\rightarrow p \leq 100 \text{ "} \\ \text{aço/aço} &\rightarrow p \leq 200 \text{ "} \\ \text{aço/bronze} &\rightarrow p \leq 175 \text{ "} \end{aligned} \right.$$

\* Para rôscas em movimentos contínuos é aconselhável adotar valores inferiores (1/2 à 1/3 dos valores acima indicados)

## LEGENDA

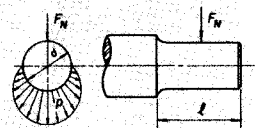
$d$  = diâmetro [cm]  
 $n$  = rotação [rpm]  
 $v = \frac{\pi d n}{6000}$  = velocidade periférica [m/s]  
 $F_N$  = força normal [kg]  
 $\omega = \frac{2\pi n}{60}$  = velocidade angular [rad/s]  
 $Q$  = quantidade de calor [kcal/h]  
 $c$  = calor específico médio [kcal/kg °C]  
 para óleos lubrificantes:  $c = 0,5$   
 para ar atmosférico:  $c = 0,24$   
 $t_s$  = temperatura de saída do óleo [°C]  
 $t_e$  = temperatura de entrada do óleo [°C]

$\eta$  = viscosidade dinâmica do óleo [kg·seg/m<sup>2</sup>]  
 $s$  = espessura da película de óleo [cm]  
 (durante o movimento)  
 $M_f$  = momento fletor que atua na seção perigosa do moente [kg·cm]  
 $M_t$  = momento torçor que atua na seção perigosa do moente [kg·cm]  
 $\bar{\sigma}_f$  = tensão admissível à flexão do material do moente [kg/cm<sup>2</sup>]  
 $\bar{\sigma}_t$  = tensão admissível à torção do material do moente [kg/cm<sup>2</sup>]  
 $\mu$  = coeficiente de atrito de escorregamento.

$\bar{p}$  = pressão média no mancal [kg/cm<sup>2</sup>]  
 $M_{at}$  = momento de atrito [kg·cm]  
 $N_{at}$  = potência perdida em atrito.  
 $G$  = quantidade de lubrificante [kg/h]  
 $\Delta d = D - d$  = folga entre o eixo e o mancal [cm]  
 (depende do ajuste)  
 $\psi = \frac{\Delta d}{d}$  = folga relativa  
 $e$  = excentricidade  
 $\xi = \frac{e}{\Delta d}$  = excentricidade relativa  
 $\ell$  = comprimento do mancal. [cm]  
 $i$  = número de anéis da escara.  
 $z$  = número de patins.

## MANCAIS DE ESCORREGAMENTO

### A- RADIAIS (moentes)



Diâmetro do eixo

$$\bar{p} = \frac{F_N}{d \cdot \ell} \quad [\text{kg/cm}^2]$$

$$\ell = (0,6 + 1,3) d$$

Para correngamentos instantâneos podemos tomar valores superiores aos tabelados.

MATERIAIS EM CONTACTO	$\bar{p} \cdot v$ [kg/cm <sup>2</sup> ·m/s]	$v_{máx}$ [m/s]	$\bar{p}_{máx}$ [kg/cm <sup>2</sup> ]
Aço/ferro fundido cinzento	15	3	10
Aço/metal patente	60	6	30 ÷ 40
Aço/ferro fundido ou bronze vermelho	40	2	40 ÷ 50
Aço/bronze de alumínio	50	5	150 ÷ 200
Aço/bronze de zinco centrífugo	200	4,5	80
Aço/bronze de chumbo	300	5	100 ÷ 120
Aço/metal sinterizado (Cu-Pb-Sn)	90	4	110
Aço/wondermix (Fe-Cu-Pb-Sn)	125	3	140
Aço/resina prensada	100	6	120

$$M_{at} = \mu' F_N \frac{d}{2} \quad [\text{kg} \cdot \text{cm}]$$

$$N_{at} = M_{at} \omega = \mu' F_N \frac{\pi d n}{6000} \quad [\text{kg} \cdot \text{m/s}] = \mu' F_N \frac{\pi d n}{450000} \quad [\text{HP}] = \mu' \frac{F_N v}{75} \quad [\text{HP}] = \frac{Q}{632} \quad [\text{HP}]$$

$$Q_{at} = 632 N_{at} \quad [\text{kcal/h}] = 3600 \mu' \frac{F_N v}{427} \quad [\text{kcal/h}]$$

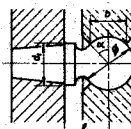
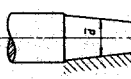
$$G = \frac{Q}{c(t_s - t_e)} \quad [\text{kg/h}]$$

Coef. de atrito dos moentes  $\mu' = \begin{cases} \frac{\pi}{2} \mu & (\text{mancais novos}) \\ \frac{4}{\pi} \mu & (\text{mancais usados}) \end{cases}$

VALORES DE  $\mu'$

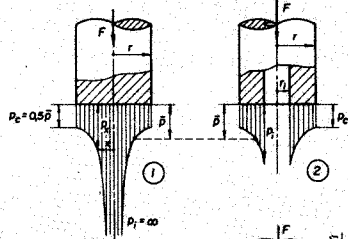
Materiais em contacto	Lubrificação	
	escasso	abundante
Ferro fundido / ferro fundido	0,14	0,075 ÷ 0,085
Ferro fundido / bronze	0,16	0,075 ÷ 0,08
Aço / ferro fundido ou bronze	0,19	0,07 ÷ 0,085
Aço / metal patente	0,23	0,01 ÷ 0,05

$d$  = diâmetro do munhão cilínd. equiv.



$$\begin{aligned} \beta &= 1,4 d \\ d &= 0,63 \beta \\ \alpha &= 45^\circ \\ b &= 0,7 \beta \\ \ell &= 0,5 \beta \end{aligned}$$

### B- AXIAIS (escoras)



As fórmulas abaixo são válidas para os três casos fazendo as seguintes alterações:

- 1)  $i = 1$  e  $r_i = 0$
- 2)  $i = 1$
- 3) sem alteração

$$F = i \pi (r^2 - r_i^2) \quad [\text{cm}^2]$$

$$\bar{p} = \frac{F}{i \pi (r^2 - r_i^2)} \quad [\text{kg/cm}^2]$$

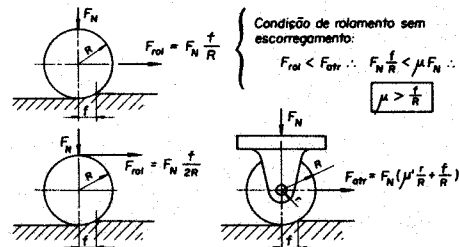
$$v = \frac{\pi (r + r_i) n}{6000} \quad [\text{m/s}]$$

$$M_{at} = \frac{1}{2} \mu F (r + r_i) \quad [\text{kg} \cdot \text{cm}] \quad \omega = \frac{\pi n}{30} \quad [\text{rad/s}]$$

$$N_{at} = M_{at} \omega = \frac{1}{2} \mu F (r + r_i) \frac{\pi n}{3000} \quad [\text{kg} \cdot \text{m/s}] = \mu \frac{F v}{75} \quad [\text{HP}] = \frac{Q}{632} \quad [\text{HP}] \therefore Q_{at} = 632 N_{at} \quad [\text{kcal/h}]$$

$$Q_{at} = 3600 \mu \frac{F v}{427} \quad [\text{kcal/h}], \quad G = \frac{Q}{c(t_s - t_e)} \quad [\text{kg/h}]$$

## ATRITO DE ROLAMENTO

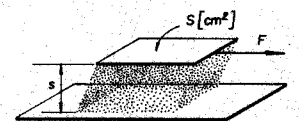


Condição de rolamento sem escorregamento:

$$F_{at} < F_{at\max} \therefore F_N \frac{f}{R} < \mu F_N$$

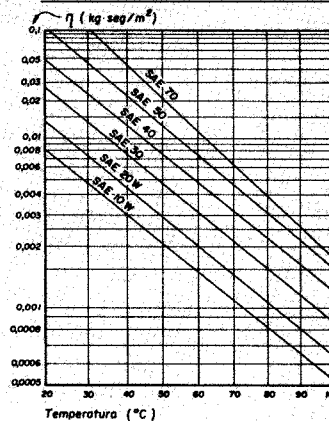
$$\mu > \frac{f}{R}$$

MATERIAL	USINAGEM	rugosidade $\xi$ em micron
Aço	Torneado grosso	30 ÷ 40
Aço	Torneado normal	20 ÷ 30
Aço	Torneado fino	10 ÷ 20
Aço	Torn. e alisado	6 ÷ 7
Aço temperado	Retificado	3 ÷ 4
Aço temperado	Retif. e polido	1 ÷ 3
Metal branco	Torneado	20
Metal branco	Alisado fino	2
Bronze	Alisado fino	4



Equação de Newton:  $F = \eta \frac{S v}{100 s} \quad [\text{kg}]$

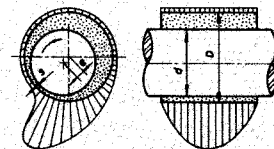
### VARIAÇÃO DA VISCOSIDADE COM A TEMPERATURA



## COEFICIENTE DE ATRITO DE ROLAMENTO

MATERIAIS EM CONTACTO	$f$ (cm)
Aço/Aço	0,005
Aço/couro	0,2
Aço/concreto	1
Aço/madeira	0,1
Aço/terra batida	4
Esfera de aço cementado/anéis de aço (rolamentos)	0,0005 ÷ 0,001
Madeira/asfalto	0,07
Madeira/madeira	0,05 ÷ 0,08

## ATRITO FLUIDO (lubrificação forçada)



Condições de atrito:  
 seco:  $s < 0,1$  microns  
 misto:  $s \leq 3$  microns  
 fluido:  $s > 3$  microns

$$s = \frac{\Delta d}{2} (1 - \xi) = \frac{d \eta \omega}{38400 \bar{p} \psi} \geq (0,0003 + 0,0005) \text{ cm} > \xi, \therefore \xi \leq$$

Coeficiente de atrito fluido:  $\mu = 0,038 \sqrt{\frac{\eta \omega}{\bar{p}}}$

Excentricidade relativa:  $\xi = \frac{e}{\Delta d}$   $\begin{cases} \text{solicitações altas: } \xi = 0,25 \div 0,35 \\ \text{solicitações médias: } \xi = 0,35 \div 0,45 \end{cases}$

Folga relativa:  $\psi = \frac{\Delta d}{d}$   $\begin{cases} \text{alta rotação e média pressão: } \psi = 0,002 \div 0,003 \\ \text{alta rotação e alta pressão: } \psi = 0,0015 \div 0,0025 \\ \text{baixa rotação e média pressão: } \psi = 0,0007 \div 0,0012 \\ \text{baixa rotação e alta pressão: } \psi = 0,0003 \div 0,0005 \end{cases}$

$$\bar{p} = \frac{d^2 \eta \omega}{38400 s \Delta d} = \frac{d \eta v}{192 s \Delta d} \quad [\text{kg/cm}^2] \quad N_{at} = \eta \frac{d^3 n^2 \ell}{4350 \cdot 10^4 \Delta d} \quad [\text{HP}]$$

$$Q_{at} = 632 N_{at} = \eta \frac{d^3 n^2 \ell}{6,9 \cdot 10^4 \Delta d} \quad [\text{kcal/h}]$$

$$\ell = (1 + 2) (d - d_i)$$

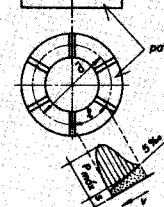
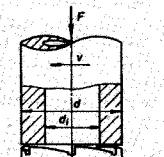
$$\bar{p}_{máx} = \eta \frac{\omega d \ell}{77600 s \ell} = \eta \frac{v \ell}{388 s \ell} \quad [\text{kg/cm}^2]$$

$$s = 0,03 \ell \sqrt{\frac{v(d - d_i)}{F}} = 0,03 \ell \sqrt{\frac{\omega(d^2 - d_i^2)}{2F}}$$

$$s > 0,0003 \div 0,0005 \quad [\text{cm}]$$

$$N_{at} = \eta \frac{n^2 (d^4 - d_i^4)}{4350 \cdot 10^4 s} \quad [\text{HP}]$$

$$Q_{at} = 632 N_{at} = \eta \frac{n^2 (d^4 - d_i^4)}{6,9 \cdot 10^4 s} \quad [\text{kcal/h}]$$

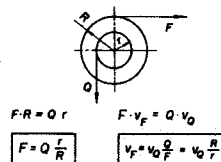


## LEGENDA

$F_o$  = força teórica (sem perdas)  
 $F_A$  = força de ação (p/ levantar a carga)  
 $F_R$  = força de retenção (p/ segurar ou baixar a carga)  
 $n$  = número total de roldanas

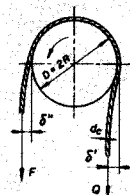
$v_F$  = velocidade de F  
 $v_Q$  = velocidade de Q  
 $K = \frac{2\delta}{R} + \mu' \frac{2r}{R}$  = coeficiente de perdas  
(rigidez da corda + atrito no eixo)

$\eta = \frac{F_o}{F}$  = rendimento



## RIGIDEZ ou RIJEZA

Rigidez = acréscimo da força tangencial para se vencer o atrito interno das **CORDAS, CABOS E CORREIAS**



$\delta' = \delta = \delta$

VALORES DE  $\delta$

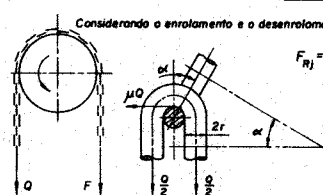
Cordas de cânhamo:  $D \geq (40+50) \cdot d_c$   
Cabos para transmissão:  $D \geq (150+200) \cdot d_c$   
Cabos p/ aparelhos de levantamento:  $D \geq (200+25) \cdot d_c$   
Correias planas (e = espessura):  $D \geq (50+100) \cdot e$

Se  $d_o$  ou  $e$  desprezível em relação a D, temos:  
 $F(R-\delta') = Q(R+\delta) \Rightarrow F = Q + Q \frac{\delta'+\delta}{R} = Q + F_{Rj}$

Acrescimento da força:  $F_{Rj} = Q \frac{\delta'+\delta}{R}$

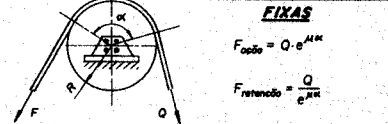
Correias: ..... desprezível  
Cabos de aço - enrolamento único:  $\delta = 0,12 \cdot d_c$   
Cabos de aço - enrolamento oposto:  $\delta = 0,15 \cdot d_c$   
Cordas de cânhamo - usadas:  $\delta = 0,03 \cdot d_c$   
Cordas de cânhamo - novas:  $\delta = 0,06 \cdot d_c$   
Cordas de cânhamo - novas e molhadas:  $\delta = 0,09 \cdot d_c$

## CORRENTES



Considerando o enrolamento e o desenrolamento, temos:

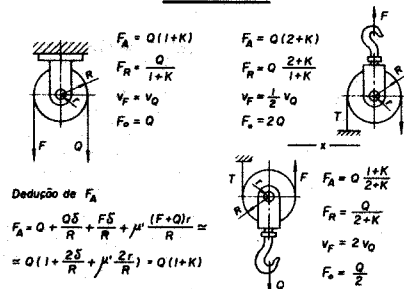
$\mu Q r \alpha = F_{Rj} R \alpha \Rightarrow F_{Rj} = \mu Q \frac{r}{R}$



## VALORES DE $e^{\mu \alpha}$

$\alpha$	graus	radianos	nt de voltas	0,08	0,1	0,12	0,15	0,18	0,20	0,25	0,30	0,33	0,35	0,38	0,40	0,45	0,50
36	0,6283	0,1	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19
72	1,2566	0,2	1,11	1,13	1,15	1,17	1,19	1,21	1,23	1,25	1,27	1,29	1,31	1,33	1,35	1,37	1,39
108	1,8850	0,3	1,19	1,21	1,23	1,25	1,27	1,29	1,31	1,33	1,35	1,37	1,39	1,41	1,43	1,45	1,47
144	2,5133	0,4	1,25	1,27	1,29	1,31	1,33	1,35	1,37	1,39	1,41	1,43	1,45	1,47	1,49	1,51	1,53
180	3,1416	0,5	1,32	1,34	1,36	1,38	1,40	1,42	1,44	1,46	1,48	1,50	1,52	1,54	1,56	1,58	1,60
216	3,7699	0,6	1,40	1,42	1,44	1,46	1,48	1,50	1,52	1,54	1,56	1,58	1,60	1,62	1,64	1,66	1,68
252	4,3982	0,7	1,49	1,51	1,53	1,55	1,57	1,59	1,61	1,63	1,65	1,67	1,69	1,71	1,73	1,75	1,77
288	5,0265	0,8	1,57	1,59	1,61	1,63	1,65	1,67	1,69	1,71	1,73	1,75	1,77	1,79	1,81	1,83	1,85
324	5,6548	0,9	1,65	1,67	1,69	1,71	1,73	1,75	1,77	1,79	1,81	1,83	1,85	1,87	1,89	1,91	1,93
360	6,2832	1,0	1,76	1,78	1,80	1,82	1,84	1,86	1,88	1,90	1,92	1,94	1,96	1,98	2,00	2,02	2,04
400	6,9813	1,1	1,88	1,90	1,92	1,94	1,96	1,98	2,00	2,02	2,04	2,06	2,08	2,10	2,12	2,14	2,16
440	7,6794	1,2	2,01	2,03	2,05	2,07	2,09	2,11	2,13	2,15	2,17	2,19	2,21	2,23	2,25	2,27	2,29
480	8,3775	1,3	2,15	2,17	2,19	2,21	2,23	2,25	2,27	2,29	2,31	2,33	2,35	2,37	2,39	2,41	2,43
520	9,0756	1,4	2,30	2,32	2,34	2,36	2,38	2,40	2,42	2,44	2,46	2,48	2,50	2,52	2,54	2,56	2,58
560	9,7737	1,5	2,46	2,48	2,50	2,52	2,54	2,56	2,58	2,60	2,62	2,64	2,66	2,68	2,70	2,72	2,74
600	10,4718	1,6	2,63	2,65	2,67	2,69	2,71	2,73	2,75	2,77	2,79	2,81	2,83	2,85	2,87	2,89	2,91
640	11,1699	1,7	2,81	2,83	2,85	2,87	2,89	2,91	2,93	2,95	2,97	2,99	3,01	3,03	3,05	3,07	3,09
680	11,8680	1,8	2,99	3,01	3,03	3,05	3,07	3,09	3,11	3,13	3,15	3,17	3,19	3,21	3,23	3,25	3,27
720	12,5661	1,9	3,18	3,20	3,22	3,24	3,26	3,28	3,30	3,32	3,34	3,36	3,38	3,40	3,42	3,44	3,46
760	13,2642	2,0	3,38	3,40	3,42	3,44	3,46	3,48	3,50	3,52	3,54	3,56	3,58	3,60	3,62	3,64	3,66
800	13,9623	2,1	3,58	3,60	3,62	3,64	3,66	3,68	3,70	3,72	3,74	3,76	3,78	3,80	3,82	3,84	3,86
840	14,6604	2,2	3,79	3,81	3,83	3,85	3,87	3,89	3,91	3,93	3,95	3,97	3,99	4,01	4,03	4,05	4,07
880	15,3585	2,3	4,00	4,02	4,04	4,06	4,08	4,10	4,12	4,14	4,16	4,18	4,20	4,22	4,24	4,26	4,28
920	16,0566	2,4	4,21	4,23	4,25	4,27	4,29	4,31	4,33	4,35	4,37	4,39	4,41	4,43	4,45	4,47	4,49
960	16,7547	2,5	4,42	4,44	4,46	4,48	4,50	4,52	4,54	4,56	4,58	4,60	4,62	4,64	4,66	4,68	4,70
1000	17,4528	2,6	4,63	4,65	4,67	4,69	4,71	4,73	4,75	4,77	4,79	4,81	4,83	4,85	4,87	4,89	4,91
1040	18,1509	2,7	4,84	4,86	4,88	4,90	4,92	4,94	4,96	4,98	5,00	5,02	5,04	5,06	5,08	5,10	5,12
1080	18,8490	2,8	5,05	5,07	5,09	5,11	5,13	5,15	5,17	5,19	5,21	5,23	5,25	5,27	5,29	5,31	5,33
1120	19,5471	2,9	5,26	5,28	5,30	5,32	5,34	5,36	5,38	5,40	5,42	5,44	5,46	5,48	5,50	5,52	5,54
1160	20,2452	3,0	5,47	5,49	5,51	5,53	5,55	5,57	5,59	5,61	5,63	5,65	5,67	5,69	5,71	5,73	5,75
1200	20,9433	3,1	5,68	5,70	5,72	5,74	5,76	5,78	5,80	5,82	5,84	5,86	5,88	5,90	5,92	5,94	5,96
1240	21,6414	3,2	5,89	5,91	5,93	5,95	5,97	5,99	6,01	6,03	6,05	6,07	6,09	6,11	6,13	6,15	6,17
1280	22,3395	3,3	6,10	6,12	6,14	6,16	6,18	6,20	6,22	6,24	6,26	6,28	6,30	6,32	6,34	6,36	6,38
1320	23,0376	3,4	6,31	6,33	6,35	6,37	6,39	6,41	6,43	6,45	6,47	6,49	6,51	6,53	6,55	6,57	6,59
1360	23,7357	3,5	6,52	6,54	6,56	6,58	6,60	6,62	6,64	6,66	6,68	6,70	6,72	6,74	6,76	6,78	6,80
1400	24,4338	3,6	6,73	6,75	6,77	6,79	6,81	6,83	6,85	6,87	6,89	6,91	6,93	6,95	6,97	6,99	7,01
1440	25,1319	3,7	6,94	6,96	6,98	7,00	7,02	7,04	7,06	7,08	7,10	7,12	7,14	7,16	7,18	7,20	7,22

## FIXAS - ROLDANAS - MÓVEIS



Dedução de  $F_A$   
 $F_A = Q + \frac{Q\delta}{R} + \frac{F\delta}{R} + \mu' \frac{(F+Q)r}{R} =$   
 $= Q(1 + \frac{2\delta}{R} + \mu' \frac{2r}{R}) = Q(1+K)$

Valores de  $K = \frac{2\delta}{R} + \mu' \frac{2r}{R}$

$d_c$ [mm]	$\delta = 0,06 d_c$	$\mu'_{aço/bronze} = 0,08$
Cordas de cânhamo:		
$R = 5 d_c$	10	0,04
$r = 0,5 d_c$	15	0,055
	20	0,065
	30	0,09
	40	0,115

$d_c$	$\delta = 0,12 d_c$	$\mu'_{aço/bronze} = 0,08$
Cabos de aço:		
$R = 12 d_c$	10	0,047
$r = 2 d_c$	15	0,05
	20	0,067
	25	0,077
	30	0,087
	35	0,097

$R$	$\mu'_{aço/aço} = 0,1$	$K = 0,04 + 0,06$
Correntes de aço:		
$R = 10 d_{ab}$		
$r = 1,5 d_{ab}$		

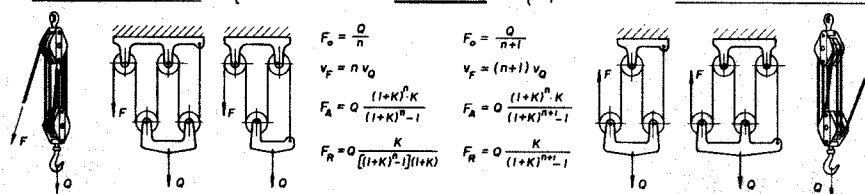
F atuando em roldana fixa

$\eta = \frac{F_o}{F} = 0,8 + 0,92$

MOITÕES

$\eta = \frac{F_o}{F} = 0,8 + 0,92$

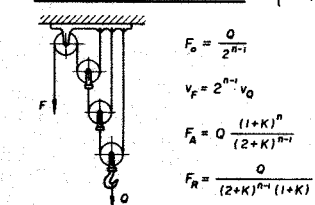
F atuando na roldana móvel



## TALHA EXPONENCIAL

$\eta = \frac{F_o}{F}$

$\eta = 0,5$



Subida:

$F_A = \frac{Q}{2+K} [(1+K)^n - \frac{R_1}{R_2}]$

$F_R = \frac{Q}{2} (1 - \frac{R_1}{R_2})$

$F_A = \frac{2R_2}{R_1 - R_2} v_Q$

Para a auto-retensão:  $(1+K)^n \geq \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow R_2 = (1+K)^n R_1$

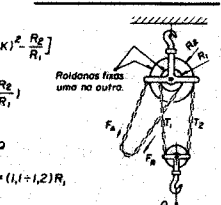
Descida:

$F_R = \frac{Q}{2+K} [(1+K)^n - \frac{R_2}{R_1}]$

$F_A = \frac{Q}{2} (1 - \frac{R_2}{R_1})$

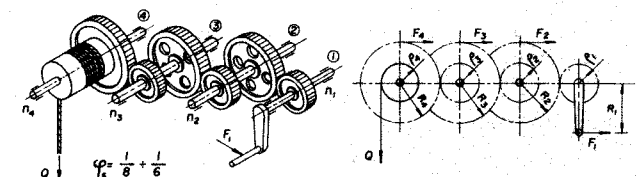
$F_R = \frac{2R_1}{R_1 - R_2} v_Q$

## TALHA DIFERENCIAL



## SARILHO

O freio e as rodas de maior redução deverão ser colocados perto do motor pois neste ponto o  $M_z$  é menor.



RELAÇÕES DE TRANSMISSÃO		RENDIMENTOS		MOMENTOS		SUBIDA	DESCIDA (retenção)
Eixos 1-2	$\psi_{1/2} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{r_1}{r_2}$	Tambor	$\eta_t = 0,95 + 0,97$	$M_{t4}$	$F_4 R_4$	$Q \rho_2 \frac{1}{\eta_t}$	$Q \rho_2 \eta_t$
Eixos 2-3	$\psi_{2/3} = \frac{n_3}{n_2} = \frac{r_2}{r_3}$	Dentes das engr.	$\eta_d = 0,93 + 0,97$	$M_{t3}$	$F_3 R_3$	$M_{t2} \psi_{3/4} \frac{1}{\eta_d}$	$M_{t2} \psi_{3/4} \eta_d$
Eixos 3-4	$\psi_{3/4} = \frac{n_4}{n_3} = \frac{r_3}{r_4}$	Eixos	$\eta_e = 0,96 + 0,98$	$M_{t2}$	$F_2 R_2$	$M_{t3} \psi_{3/4} \frac{1}{\eta_e}$	$M_{t3} \psi_{3/4} \eta_e$
Total 4-1	$\psi_s = \frac{n_4}{n_1} = \frac{r_1}{r_4}$ $= \frac{n_2}{n_1} \cdot \frac{n_3}{n_2} = \frac{n_4}{n_1}$	Total	$\eta_s = \eta_t \cdot \eta_d \cdot \eta_e$	$M_{t1}$	$F_1 R_1$	$M_{t2} \psi_{1/2} \frac{1}{\eta_s}$	$M_{t2} \psi_{1/2} \eta_s$
				Total	$F_1 R_1$	$Q \rho_2 \psi_{1/2} \frac{1}{\eta_s}$	$Q \rho_2 \psi_{1/2} \eta_s$

# AREOMETRIA

## DENSIDADE RELATIVA

É a relação entre a massa  $m$  de um certo volume de um corpo e a massa  $m_0$  de um igual volume de água destilada, a 4 °C.

$$\zeta = \frac{m}{m_0} \quad [\text{adimensional}]$$

## MASSA ESPECÍFICA OU DENSIDADE ABSOLUTA

É a relação entre a massa de um corpo e o seu volume  $V$ .

$$\rho = \frac{m}{V}$$

CGS                      MKS                      MK\*  
g/cm<sup>3</sup> = kg/dm<sup>3</sup>    kg/m<sup>3</sup> = g/dm<sup>3</sup>    utm/m<sup>3</sup>

## PESO ESPECÍFICO

É a relação entre o peso  $P$  de um corpo e o seu volume  $V$ .

$$\gamma = \frac{P}{V}$$

CGS                      MKS                      MK\*  
dine/cm<sup>3</sup>    Newton/m<sup>3</sup>    kg/m<sup>2</sup> = g/dm<sup>2</sup>

Unidade usual: g/cm<sup>3</sup>

## VOLUME ESPECÍFICO

É a relação entre o volume  $V$  de um corpo e a sua massa  $m$ .

$$\nu = \frac{V}{m}$$

CGS                      MKS                      MK\*  
cm<sup>3</sup>/g    m<sup>3</sup>/kg = dm<sup>3</sup>/g    m<sup>3</sup>/utm

## DENSÍMETROS

São instrumentos que dão a densidade de um líquido ou a concentração de uma solução líquida em relação a uma escala pré-estab.

Eles podem estar graduados em várias escalas:

Grau Gay-Lussac (GL): para álcoois. ( $\gamma = \frac{100}{100 + GL}$ )

Grau Baumé (Bé): para líquidos mais leves e mais pesados que a água.

Grau API: para produtos de petróleo.  
(American Petroleum Institute)

## GRAUS BEAUMÉ (Bé)

Líquidos mais leves que a água.

$$\gamma = \frac{144,32}{134,32 + B\acute{e}} \quad (t = 15^\circ C)$$

Bé	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	Bé	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	Bé	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )
10	1,0000	37	0,8424	64	0,7277
11	0,9831	38	0,8375	65	0,7241
12	0,9663	39	0,8327	66	0,7204
13	0,9796	40	0,8279	67	0,7169
14	0,9730	41	0,8232	68	0,7133
15	0,9665	42	0,8185	69	0,7098
16	0,9601	43	0,8139	70	0,7063
17	0,9537	44	0,8093	71	0,7029
18	0,9475	45	0,8048	72	0,6995
19	0,9413	46	0,8004	73	0,6961
20	0,9352	47	0,7959	74	0,6928
21	0,9292	48	0,7916	75	0,6895
22	0,9232	49	0,7873	76	0,6862
23	0,9174	50	0,7830	77	0,6829
24	0,9116	51	0,7788	78	0,6797
25	0,9058	52	0,7746	79	0,6765
26	0,9002	53	0,7704	80	0,6734
27	0,8946	54	0,7664	81	0,6703
28	0,8891	55	0,7623	82	0,6672
29	0,8837	56	0,7583	83	0,6641
30	0,8783	57	0,7543	84	0,6610
31	0,8730	58	0,7504	85	0,6580
32	0,8677	59	0,7465	86	0,6550
33	0,8625	60	0,7427	87	0,6521
34	0,8574	61	0,7389	88	0,6492
35	0,8523	62	0,7351	89	0,6462
36	0,8473	63	0,7314	90	0,6434

Líquidos mais pesados que a água.

$$\gamma = \frac{144,32}{144,32 - B\acute{e}} \quad (t = 15^\circ C)$$

Bé	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	Bé	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	Bé	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )
0	1,0000	27	1,2301	54	1,5979
1	1,0070	28	1,2407	55	1,6158
2	1,0141	29	1,2515	56	1,6341
3	1,0212	30	1,2624	57	1,6528
4	1,0285	31	1,2736	58	1,6719
5	1,0359	32	1,2849	59	1,6915
6	1,0434	33	1,2964	60	1,7116
7	1,0510	34	1,3082	61	1,7321
8	1,0587	35	1,3202	62	1,7532
9	1,0665	36	1,3324	63	1,7747
10	1,0745	37	1,3448	64	1,7968
11	1,0825	38	1,3574	65	1,8195
12	1,0907	39	1,3703	66	1,8427
13	1,0990	40	1,3834	67	1,8665
14	1,1074	41	1,3968	68	1,8910
15	1,1160	42	1,4105	69	1,9161
16	1,1247	43	1,4244	70	1,9419
17	1,1335	44	1,4386		
18	1,1425	45	1,4531		
19	1,1516	46	1,4679		
20	1,1609	47	1,4829		
21	1,1703	48	1,4983		
22	1,1799	49	1,5141		
23	1,1896	50	1,5301		
24	1,1995	51	1,5465		
25	1,2095	52	1,5633		
26	1,2197	53	1,5804		

Líquidos mais leves que a água:

Álcool	Soluções de amônia
Dissolventes	Tintas
Óleos	Vernizes
Soluções de álcool	Vinho seco

Líquidos mais pesados que a água:

Ácidos	Mordentes	Sucos de frutas
Cervejas	Soluções de ácidos	Tetracloreto de carbono
Cidra	Soluções açucaradas	Tintas
Clorofórmio	Soluções alcalinas	Vinagre
Colas	Soluções de CaCl <sub>2</sub>	Vinho doce
Glicerina	Soluções corantes	Urina
Leite	Soluções salinas	Xaropes

## GRAUS API

$$\gamma = \frac{141,5}{API + 131,5}$$

API	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	API	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	API	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )
0,0	1,0760	21,0	0,9279	60,0	0,7389
0,1	1,0752	22,0	0,9218	61,0	0,7351
0,2	1,0744	23,0	0,9159	62,0	0,7313
0,3	1,0736	24,0	0,9100	63,0	0,7275
0,4	1,0728	25,0	0,9042	64,0	0,7238
0,5	1,0720	26,0	0,8984	65,0	0,7201
0,6	1,0712	27,0	0,8927	66,0	0,7165
0,7	1,0703	28,0	0,8871	67,0	0,7128
0,8	1,0695	29,0	0,8816	68,0	0,7093
0,9	1,0687	30,0	0,8762	69,0	0,7057
1,0	1,0679	31,0	0,8708	70,0	0,7022
1,5	1,0639	32,0	0,8654	71,0	0,6988
2,0	1,0599	33,0	0,8602	72,0	0,6953
2,5	1,0560	34,0	0,8550	73,0	0,6919
3,0	1,0520	35,0	0,8498	74,0	0,6886
3,5	1,0481	36,0	0,8448	75,0	0,6852
4,0	1,0443	37,0	0,8398	76,0	0,6819
4,5	1,0404	38,0	0,8348	77,0	0,6787
5,0	1,0366	39,0	0,8299	78,0	0,6754
5,5	1,0328	40,0	0,8251	79,0	0,6722
6,0	1,0291	41,0	0,8203	80,0	0,6690
6,5	1,0254	42,0	0,8156	81,0	0,6659
7,0	1,0217	43,0	0,8109	82,0	0,6628
7,5	1,0180	44,0	0,8063	83,0	0,6597
8,0	1,0143	45,0	0,8017	84,0	0,6566
8,5	1,0107	46,0	0,7972	85,0	0,6536
9,0	1,0071	47,0	0,7927	86,0	0,6506
9,5	1,0035	48,0	0,7883	87,0	0,6476
10,0	1,0000	49,0	0,7839	88,0	0,6446
11,0	0,9930	50,0	0,7796	89,0	0,6417
12,0	0,9861	51,0	0,7753	90,0	0,6388
13,0	0,9792	52,0	0,7711	91,0	0,6360
14,0	0,9725	53,0	0,7669	92,0	0,6331
15,0	0,9650	54,0	0,7628	93,0	0,6303
16,0	0,9593	55,0	0,7587	94,0	0,6275
17,0	0,9529	56,0	0,7547	95,0	0,6247
18,0	0,9466	57,0	0,7507	96,0	0,6220
19,0	0,9402	58,0	0,7467	97,0	0,6193
20,0	0,9340	59,0	0,7428	98,0	0,6166

# PESO ESPECÍFICO

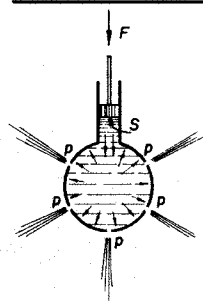
[ kg/m<sup>3</sup> ]

Ácido carbônico (09, atm.)	1.980	Boracita	2 900—3 000	Ferro comum	7 800	Óleo de cânfora	910
Ácido clorídrico (159, 409)	1 190	Bronze (3 a 10% de alumínio)	8 400—8 800	Ferro fundido homogêneo	7 850	Óleo de algodão (159)	920
Ácido pático	1 220	Bronze (8 a 14% estanho)	7 400—8 800	Ferro fundido fluido	8 880	Óleo de oliva	920
Ácido nítrico (159)	1 520	Bronze	8 800	Ferro magnético natural	4 900—5 200	Óleo de ricino	970
Ácido oléico	890	Borracha	920—960	Ferro gusa branco	7 000—7 800	Óleo de terebentina	980
Ácido sulfúrico (159)	1 850			Ferro gusa cinza	6 700—7 600	Osso	1 800
Ácido sulfuroso (09, atm)	2.900	Cal virgem	900—1 300	Ferro gusa fundido (média)	7 250	Ouro puro	19 330
Ácido sulfuroso (líq.)	1 490	Cal hidratada	1 150—1 250	Ferro gusa fundido fluido	6 900—7 000	Ouro fundido	19 250
Ácido salicílico crist.	2 600	Cal seca (argamassa)	1 650	Fósforo amarelo branco	1 830	Ouro laminado	19 300—19 350
Ácido salicílico amorfo	2 200	Cal úmida (argamassa)	1 780	Fósforo vermelho	2 180	Óxido de cálcio	3 080—3 180
Ácido fênico (09)	1 080—1 090	Canhamo seco	1 500	Fósforo cristalizado	2 340	Oxigênio (09, atm)	1 430
Acetona (209)	790	Cálcio	1 580	Fósforo de cálcio	3 180		
Açúcar branco	1 610	Cádmio	8 600			Palha (em feixe)	60—70
Agata	2 500—2 800	Caulim	2 200	Gasolina (159)	800—850	Parede de tijolos cheios	1 550—1 650
Água destilada (49)	1 000	Carvão fóssil	1 200—1 500	Gálena de chumbo	7 300—7 800	Parede de tijolos furados	1 050—1 100
Água do mar (09)	1 026	Carvão antracita	1 400—1 700	Gesso calcinado	1 810	Parede de pedra	2 250—2 450
Alcool amílico (209)	810	Carvão de lenha branca	135—180	Gesso comprimido	2 200—2 400	Papel	700—1 150
Alcool etílico (159)	790	Carvão de lenha vermelha	200—220	Gesso peneirado	1 250	Paládio	10 900—12 100
Alcool metílico (49)	810	Carbeto de cálcio	2 260	Gesso impast. seco	970	Parafina	870—910
Alcool de lenha (09)	800	Cascalho	0,5 da pedra	Gelo	880—920	Pedra calcária	2 460—2 850
Aldeído (09)	800	Centeio	880—790	Glicerina	1 280	Pedra fogo	2 800—2 800
Alumén	1 900	Cerveja	1 020—1 040	Gneiss do R. de Janeiro	2 643—2 708	Pedra pome	400—900
Alumínio quím. puro	2 600	Cera	965—970	Granito	1 800—2 300	Platina	21 300
Alumínio laminado	2 700—2 750	Cimento em pó	1 450—1 750	Graxa	2 510—3 050	Porcelana	2 150—2 490
Alumínio fundido	2 560—2 640	Cinabro	8 120	Grés	920—940	Pirita (de ferro)	4 900—5 100
Alpaca	8 400—8 700	Cloro	1 330	Guta-percha	960—990	Potássio	885
Alvaiade	6 700	Clorofórmio	1 480	Hidrogênio (09, atm.)	0,089	Prata fundida	10 420—10 530
Alvenaria de tijolo fresca	1 570—1 700	Cloreto de cálcio	2 200—2 240	Huíha	1 280—1 360	Prata fundida fluido	9 510
Alvenaria de tijolo seca	1 420—1 550	Cloreto de sódio	2 150—2 170			Prata laminada	10 500—10 600
Alcatrão	1 200	Cloreto de zinco	2 750				
Amianto (asbesto)	2 100—2 800	Cola	1 100—1 300	Iodo	4 950	Resina	1 070
Amianto papelão	1 200	Corda	1 160—1 950	Lã de carneiro	1 320	Rebôlo	1 250—1 600
Amido	1 530	Concreto (argamassa)	1 800—2 450	Lava basáltica	2 800—3 000	Rádio	11 000
Amalgama natural	13 700—14 100	Cobalto	8 600	Latão	8 400—8 700	Salitre	1 950—2 080
Âmbar	1 000—1 100	Cobre fundido	8 800	Leite (159)	1 020—1 040	Sal gema	2 280—2 410
Antimônio	6 700	Cobre fundido fluido	8 220			Sílica seca	1 800
Antracita	1 400—1 700	Cobre laminado	8 900—9 000	Madeiras:		Sílica húmida	2 000
Anilina (09)	1 040	Cobre trefilado	8 800—9 000	Aroeira do sertão	1 210—1 160	Siderita	2 600—2 800
Apatita	3 160—3 220	Cobre eletrolítico	8 900—8 950	Ipe	1 030—960	Sódio	978
Ar (09, atm)	1,29	Cortixa	240	Jatoba	1 020—850	Sulfato de sódio	2 250
Ardósia	2 630—2 670	Couro seco	860	Cabriúva	980—870	Sulfato de carbono (09, atm.)	3 400
Areia fina seca	1 400—1 650	Chumbo	11 250—11 370	Angico	960—850	Sulfureto de carbono (159)	1 290
Areia fina úmida	1 900—2 050	Chumbo fundido	10 370	Jacarandá	910—720	Talco	2 700
Areia grossa	1 400—1 500	Cristal de rocha puro	2 600	Peroba	870—720	Terra argilosa seca	1 700—2 000
Argamassa	2 100—2 500	Cristal artificial	2 900—3 400	Canela	730—530	Terra silicosa seca	1 300—1 400
Argila seca	2 000—2 250	Cristal (vidro)	3 300—5 430	Imbuia	850	Tijolo de carvão prensado	1 250
Argila úmida	2 600	Cromo quím. puro	6 200—6 800	Pinho brasileiro	610—520	Tijolo comum	1 400—1 550
Argila xistosa	2 760—2 880			Cedro	580—420	Tijolo bem cozido	1 600—2 000
Arroz	770—850	Diamante (bras.)	3 520—3 530	Jequitibá	540	Topazio	3 500—3 600
Aragonita	3 000	Diorito	2 920—3 100			Turmalina	2 940—3 240
Ardósia xistosa	2 650—2 700	Dolomita (magnesita)	2 900—3 000	Magnésia	3 200	Trigo	700—830
Arsênico	5 700—5 800	Essências diversas	840—960	Magnésio	1 740	Tungstenio	19 300—19 800
Asfalto	1 100—1 330	Escória de alto forno	2 500—3 000	Manganês	7 150—8 300	Vapor d'água (1009, atm)	0,606
Aveia	380—560	Esmeralda (verde)	2 680—2 730	Manteiga	970—950	Vinho	2 450—2 650
Azeite	840—941	Esmerilho	4 000	Marfim	1 800—1 920	Vidro de janela	2 400—2 600
Azoto (09, atm)	1,257	Espato calcáreo	2 600—2 800	Mármore comum	2 520—2 850	Vidro de garrafa	2 600
		Estanho fundido	7 200	Mármore de Carrara	2 720	Vidro verde	2 640
Bário	3 750	Estanho fundido fluido	7 025	Metal delta	8 600	Vidro flint	3 150—3 900
Basalto	2 700—3 200	Estanho laminado	7 300—7 500	Metal branco	7 100	Vidro cristal	2 900—3 400
Barro	1 700—2 800	Estegita	2 600—2 800	Milho em grão	700—800		
Batata	1 060—1 130	Estroncio	2 500	Níquel	8 400—8 650	Zircônio (189, 95%)	6 400
Benzina (09)	900	Farinha de trigo	430—470	Naftalina	1 150	Zinco fundido	6 860
Bismuto puro	9 780	Fécua	1 500	Neve	125	Zinco fundido fluido	6 480
Bismuto fundido	9 820	Feldepato	2 600—2 700	Nitrato do Chile	2 260	Zinco laminado	7 130—7 200
Bismuto fundido fluido	10 550	Ferro quím. puro	7 880				
Blenda de zinco	3 900—4 200						
Bórax	1 700—1 800						



# HIDROSTÁTICA

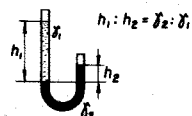
## PRINCÍPIO DE PASCAL



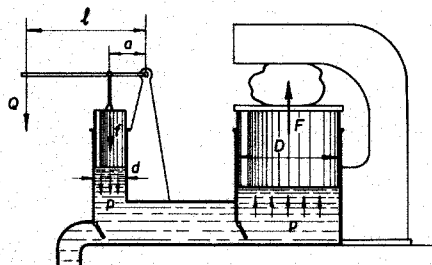
A pressão exercida num ponto de um líquido se transmite em igual intensidade em todas as direções.

$$p = \frac{F}{S}$$

$F$  = força  
 $S$  = superfície  
 $p$  = pressão



Aplicação: prensa hidráulica.

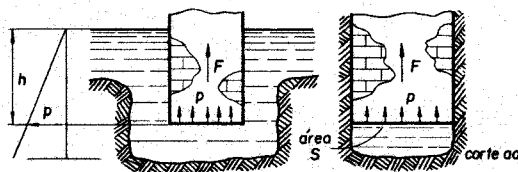


$$M = Q \ell = f a = \frac{\pi}{4} d^2 p a \text{ [kg cm]} \therefore p = \frac{4 Q \ell}{\pi d^2 a}$$

$$F = \frac{\pi}{4} D^2 p = Q \frac{\ell}{a} \frac{D^2}{d^2}$$

Exemplo:  $Q = 20 \text{ kg}$ ;  $\ell/a = 8$ ;  $D/d = 6$ ;  
 $F = 20 \cdot 8 \cdot 6^2 = 5760 \text{ kg}$

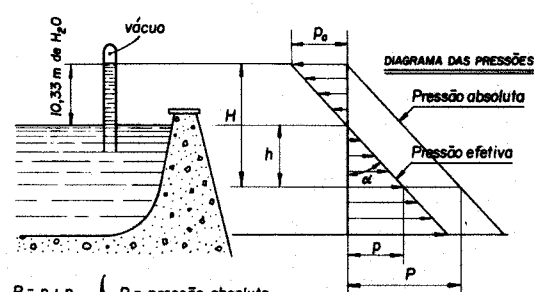
Força contra a base de um sifão.



$p = \delta h \rightarrow F = \delta h S$   
 $F$  = força que tende suspender o sifão  
 $\delta$  = peso específico do líquido  
 $S$  = área da base do sifão.

## PRESSÃO LATERAL

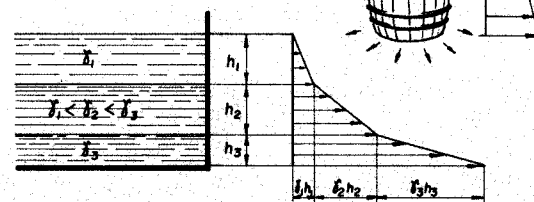
A pressão lateral depende apenas da altura e da densidade do líquido.



$P = p + p_0$   
 $p = \delta h$   
 $P = \delta H$   
 $\text{tg } \alpha = \delta$

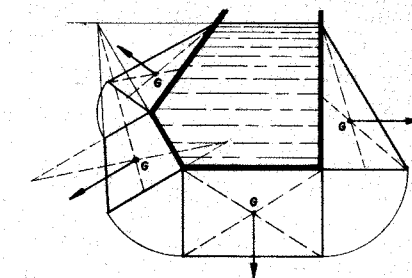
$P$  = pressão absoluta  
 $p$  = pressão efetiva  
 $p_0$  = pressão atmosférica  
 $p_0 = 760 \text{ mm Hg} = 10,33 \text{ m H}_2\text{O} = 1,033 \text{ kg/cm}^2 = 14,223 \text{ lbs/pol}^2$

Líquidos imiscíveis

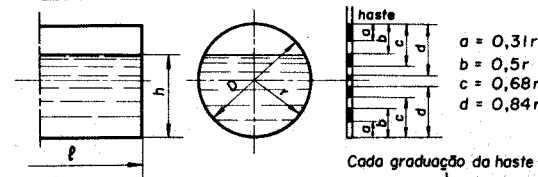


## CENTROS DE PRESSÃO

Os centros de pressão estão situados nos baricentros dos diagramas.



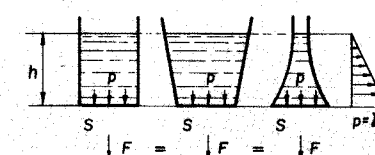
## VOLUME DE LÍQUIDOS EM TANQUES CILÍNDRICOS



Cada graduação da haste corresponde a  $\frac{1}{10}$  do volume do tanque.

$\frac{h}{d}$	$f$	$\frac{h}{d}$	$f$	$\frac{h}{d}$	$f$	$\frac{h}{d}$	$f$	$\frac{h}{d}$	$f$
0,02	0,0048	0,22	0,1631	0,42	0,3986	0,62	0,6513	0,82	0,8776
0,04	0,0134	0,24	0,1845	0,44	0,4238	0,64	0,6759	0,84	0,8967
0,06	0,0245	0,26	0,2066	0,46	0,4491	0,66	0,7002	0,86	0,9149
0,08	0,0375	0,28	0,2292	0,48	0,4745	0,68	0,7241	0,88	0,9320
0,10	0,0520	0,30	0,2523	0,50	0,5000	0,70	0,7477	0,90	0,9480
0,12	0,0680	0,32	0,2759	0,52	0,5255	0,72	0,7708	0,92	0,9625
0,14	0,0851	0,34	0,2998	0,54	0,5509	0,74	0,7934	0,94	0,9755
0,16	0,1033	0,36	0,3241	0,56	0,5762	0,76	0,8155	0,96	0,9866
0,18	0,1224	0,38	0,3487	0,58	0,6014	0,78	0,8369	0,98	0,9952
0,20	0,1424	0,40	0,3735	0,60	0,6265	0,80	0,8576	1,00	1,0000

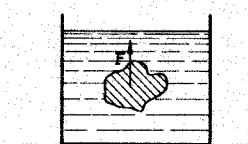
## A PRESSÃO CONTRA O FUNDO DOS RECIPIENTES



depende apenas da densidade e da altura do líquido no recipiente.  
 A força depende da pressão e da área do fundo.  
 $F = pS = \delta h S$

## PRINCÍPIO DE ARQUIMEDIS

Um corpo imerso num líquido está sujeito a um empuxo vertical (FV) de intensidade igual ao peso do líquido deslocado.

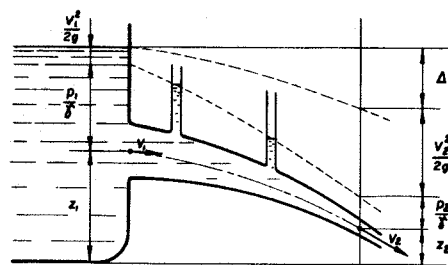


$F = \delta V - G$   
 $F$  = resultante.  
 $\delta$  = peso específico do líquido.  
 $V$  = volume do líquido deslocado.  
 $G$  = Peso do corpo.



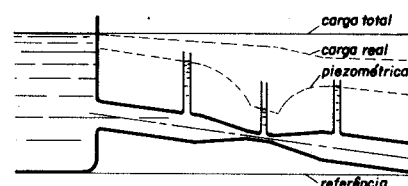
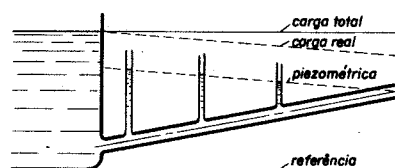
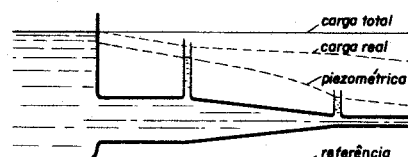
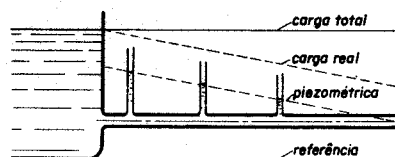
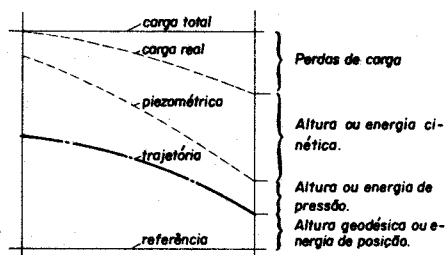
# HIDRODINÂMICA

## TEOREMA DE BERNOULLI

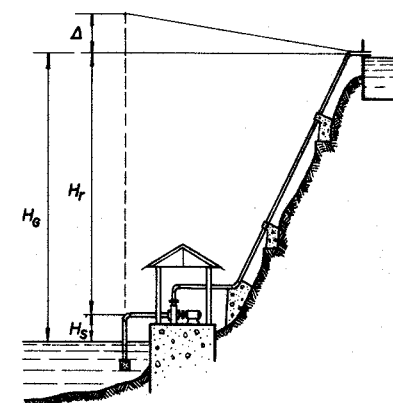


$$\frac{V_1^2}{2g} + \frac{p_1}{\gamma} + z_1 = \frac{V_2^2}{2g} + \frac{p_2}{\gamma} + z_2 + \Delta$$

$v$  = velocidade do líquido  
 $p$  = pressão piezométrica  
 $z$  = altura geodésica  
 $\gamma$  = peso específico do líquido  
 $\Delta$  = perdas



## CONJUNTOS ELEVATÓRIOS



$$N = \frac{\gamma q H_{man}}{3600 \cdot 75 \eta} \text{ [HP ou CV]}$$

$N$  = Potência

$\gamma$  = Peso específico do líquido.  
(água ou esgoto  $\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$ )

$q$  = Vazão ou descarga em  $\text{m}^3/\text{h}$

$\eta$  =  $\eta_{motor} \cdot \eta_{bomba} = 0,75$  Rendimento global

$H_g$  = Altura geométrica (diferença de nível)

$H_s$  = Altura de sucção

$H_r$  = Altura de recalque.

$\Delta$  = Perdas de carga (totais)

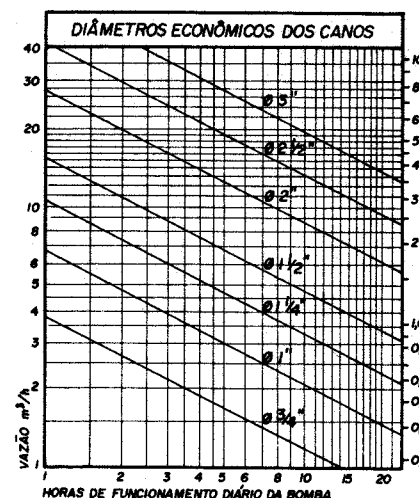
$H_{man} = H_g + \Delta = H_s + H_r + \Delta$

$H_{man}$  = Altura manométrica

A velocidade de recalque se escolhe:

$$0,5 \text{ m/s} < V < 2,5 \text{ m/s}$$

Vide aplicação na página seguinte.

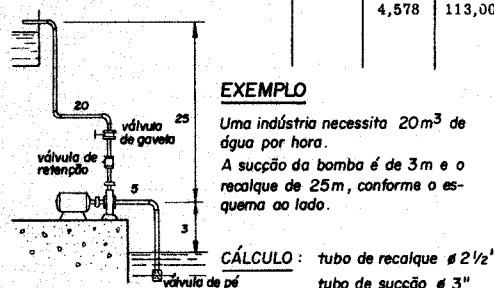


VELOCIDADES MÁXIMAS NAS TUBULAÇÕES						
D (mm)	50	60	75	100	150	200
V (m/s)	1,30	1,40	1,55	1,80	2,20	2,30
q (l/s)	2,5	4,0	6,8	14,1	38,9	72,3

ALTURAS MÁXIMAS DE SUÇÃO		
Altitude m	Pressão atm. m de água	Limite prát. de sucção m
0	10,33	7,60
300	10,00	7,40
600	9,64	7,10
900	9,30	6,80
1200	8,96	6,50
1500	8,62	6,25
1800	8,27	6,00
2100	8,00	5,70
2400	7,75	5,50

# PERDA DE CARGA EM ENCANAMENTOS

1/2"		3/4"		1"		1 1/4"		1 1/2"		2"		2 1/2"		3"		4"		5"		6"		8"		Diâm. de encanamento																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
VELOC.	PERDA	VELOC.	PERDA	VELOC.	PERDA	VELOC.	PERDA	VELOC.	PERDA	VELOC.	PERDA	VELOC.	PERDA	VELOC.	PERDA	VELOC.	PERDA	VELOC.	PERDA	VELOC.	PERDA	VELOC.	PERDA	litros/h	galões/min																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
0,321	2,10																							227	1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
0,641	7,40																							454	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
0,864	15,80	0,366	1,90																					681	3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1,284	27,00	0,549	4,10	0,342	1,26																			908	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
1,604	41,00	0,735	7,00	0,454	2,14	0,262	0,57	0,192	0,26															1135	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
3,209	147,00	0,918	10,50	0,567	3,25	0,326	0,84	0,241	0,40															2270	10																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		1,836	38,00	1,134	11,7	0,653	3,05	0,479	1,43	0,311	0,50	0,198	0,17	0,137	0,07									3405	15																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		2,751	80,00	1,708	25,0	0,976	6,50	0,720	3,00	0,467	1,08	0,299	0,36	0,207	0,15	0,311	0,22							4540	20																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
		3,669	136,00	2,269	42,0	1,308	11,10	0,961	5,20	0,622	1,82	0,399	0,61	0,277	0,25	0,357	0,28							5675	25																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
				2,837	64,0	1,635	16,60	1,202	7,80	0,778	2,73	0,497	0,92	0,344	0,38	0,390	0,34							6810	30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
				3,400	89,0	1,961	23,50	1,440	11,00	0,933	3,84	0,598	1,29	0,414	0,54	0,546	0,63							7945	35																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
				3,971	119,0	2,290	31,20	1,681	14,70	1,089	5,10	0,698	1,72	0,485	0,71	0,585	0,73							9080	40																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
				4,538	152,0	2,617	40,00	1,922	18,80	1,244	6,60	0,796	2,20	0,555	0,91	0,777	1,22							10215	45																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
						2,943	50,00	2,159	23,20	1,403	8,20	0,896	2,80	0,625	1,15	0,933	1,71							11350	50																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
						3,269	60,00	2,400	28,40	1,560	9,90	0,997	3,32	0,692	1,38	0,972	1,86							15890	70																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
						4,578	113,00	3,361	53,00	2,181	18,40	1,396	6,21	0,970	2,57	1,170	2,55	0,347	0,21					17025	75																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
								3,560	60,00	2,336	20,90	1,527	7,10	1,036	3,05	1,356	3,44	0,372	0,24					22700	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
								4,800	102,00	3,114	35,80	1,994	12,00	1,384	4,96	1,558	4,40	0,497	0,41	0,347	0,14			27240	120																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
								5,761	143,00	3,736	50,00	2,390	16,80	1,661	7,00	1,759	5,45	0,597	0,58	0,433	0,25			28375	125																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
										3,889	54,00	2,487	18,20	1,728	7,60	1,951	6,72	0,622	0,64	0,451	0,28			34050	150																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
										4,673	76,00	2,988	25,50	2,073	10,50	2,103	7,70	0,747	0,88	0,521	0,32			39725	175																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
										5,444	102,00	3,445	33,80	2,420	14,00	2,143	7,99	0,872	1,18	0,610	0,48			45400	200																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
										6,222	129,00	3,985	43,10	2,768	17,80	2,335	9,30	0,997	1,48	0,695	0,62			51075	225																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
												4,485	54,30	3,109	22,30	2,713	12,32	1,119	1,86	0,783	0,74			56750	250																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
												4,469	66,00	3,451	27,20	3,112	16,00	1,244	2,24	0,853	0,92	0,488	0,22	61290	270																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
														3,735	31,30	3,505	19,80	1,347	2,60	0,924	1,13	0,518	0,25	62425	275																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
														3,811	32,50	3,688	22,40	1,372	2,72	0,933	1,15	0,527	0,27	68100	300																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
														4,153	38,00	3,719	22,96	1,494	3,14	1,036	1,29	0,579	0,32	79450	350																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
																3,892	24,00	1,743	4,19	1,213	1,75	0,671	0,42	90800	400																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
																		1,993	5,40	1,384	2,21	0,674	0,54	102150	450																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
																		2,240	6,70	1,561	2,65	0,890	0,68	106690	470																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
																		2,347	7,22	1,673	2,90	0,936	0,75	107825	475																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
																		2,365	7,42	1,692	2,95	0,945	0,76	107825	475																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
																		2,490	8,12	1,707	3,30	0,975	0,82	113500	500																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
																		2,740	9,60	1,878	3,93	1,073	0,97	124850	550																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
																		2,987	11,30	2,048	4,70	1,170	1,14	136200	600																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
																		3,237	13,20	2,219	5,40	1,268	1,34	147550	650																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
																		3,489	15,10	2,390	6,20	1,359	1,54	158900	700																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
																		2,591	7,00	1,463	1,74	1,70	1,70	170250	750																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
																		2,768	8,00	1,561	1,97	1,81	1,81	181600	800																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
																		2,920	8,95	1,670	2,28	1,92	1,92	192950	850																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
																		3,134	10,11	1,753	2,46	2,04	2,04	204300	900																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	



## ALTURA MANOMÉTRICA DE SUÇÃO

altura vertical	3,0 m
comprimento do tubo de sucção $\dots 5 + 3 = 8,0$ m	
comp. equivalente ao cotovelo-3" $\dots 2,5$ m	
comp. equiv. à válvula de pé $\dots 20,0$ m	
comp. equiv. total de sucção $\dots 30,5$ m	
perda no encanamento de sucção-3" $\dots \frac{4,96}{100} 30,5 = 1,3$ m	
altura manométrica total de sucção $\dots 4,3$ m	

## ALTURA MANOMÉTRICA DE RECALQUE

altura vertical	25,0 m
comprimento do tubo de recalque $\dots 45,0$ m	
comp. equiv. à válvula de retenção $\dots 5,2$ m	
comp. equiv. aos cotovelos $\dots 3 \cdot 2 = 6,0$ m	
comp. equiv. à válvula de gaveta $\dots 0,4$ m	
comp. equiv. total de recalque $\dots 56,6$ m	
perda no encanamento de recalque-2 1/2" $\dots \frac{12}{100} 56,6 = 6,8$ m	
altura manométrica total de recalque $\dots 31,8$ m	

## altura manométrica total:





















$$4,3 + 31,8 = 36,1 \text{ m} \approx 40 \text{ m}$$

## Potência do motor:

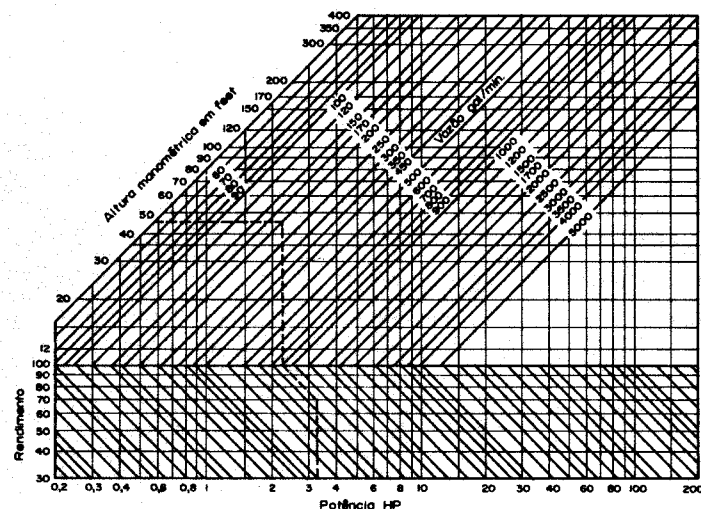
$$N = \frac{\gamma \cdot q \cdot H_{man}}{3600 \cdot \eta}$$

$$N = \frac{1000 \cdot 20 \cdot 40}{3600 \cdot 75 \cdot 0,75} \approx 4 \text{ HP}$$

## COMPRIMENTOS (m) EQUIVALENTES A PERDAS LOCALIZADAS

DIÂMETRO																					
mm	pol.																				
13	1/2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,7	0,2	0,3	0,2	0,3	1,0	1,0	0,4	0,2	0,4	0,1	4,9	2,6	3,6	1,1	1,6
19	3/4	0,4	0,6	0,7	0,3	1,1	0,3	0,4	0,2	0,4	1,4	1,4	0,5	0,2	0,5	0,1	6,7	3,6	5,6	1,6	2,4
25	1	0,5	0,7	0,8	0,4	1,5	0,3	0,5	0,2	0,5	1,7	1,7	0,7	0,3	0,7	0,2	8,2	4,6	7,3	2,1	3,2
32	1 1/4	0,7	0,9	1,1	0,5	2,1	0,4	0,6	0,3	0,7	2,3	2,3	0,9	0,4	0,9	0,2	11,3	5,6	10,0	2,7	4,0
38	1 1/2	0,9	1,1	1,3	0,6	2,5	0,5	0,7	0,3	0,9	2,8	2,8	1,0	0,5	1,0	0,3	13,4	6,7	11,6	3,2	4,8
50	2	1,1	1,4	1,7	0,8	3,5	0,6	0,9	0,4	1,1	3,5	3,5	1,5	0,7	1,5	0,4	17,4	8,5	14,0	4,2	6,4
63	2 1/2	1,3	1,7	2,0	0,9	4,3	0,8	1,0	0,5	1,3	4,3	4,3	1,9	0,9	1,9	0,4	21,0	10,0	17,0	5,2	8,1
75	3	1,6	2,1	2,5	1,2	5,6	1,0	1,3	0,6	1,6	5,2	5,2	2,2	1,1	2,2	0,5	26,0	13,0	20,0	6,3	9,7
100	4	2,1	2,8	3,4	1,5	7,9	1,3	1,6	0,7	2,1	6,7	6,7	3,2	1,6	3,2	0,7	34,0	17,0	23,0	8,4	12,9
125	5	2,7	3,7	4,2	1,9	10,3	1,6	2,1	0,9	2,7	8,4	8,4	4,0	2,0	4,0	0,9	43,0	21,0	30,0	10,4	16,1
150	6	3,4	4,3	4,9	2,3	12,8	1,9	2,5	1,1	3,4	10,0	10,0	5,0	2,5	5,0	1,1	51,0	26,0	39,0	12,5	19,3
200	8	4,3	5,5	6,4	3,0	17,9	2,4	3,3	1,5	4,3	13,0	13,0	6,0	3,5	6,0	1,4	67,0	34,0	62,0	16,0	25,5

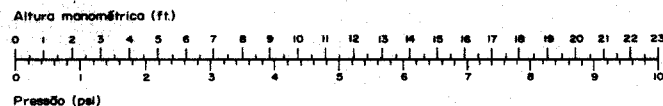
### NOMOGRAMA PARA BOMBAS



**Exemplo:** Uma indústria necessita 200 gal/min de água. A altura manométrica total é de 45 ft e o rendimento da bomba é de 70%. Determinar a potência da bomba.

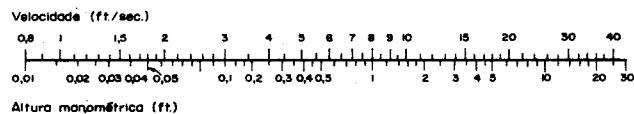
**Resposta:** pelo gráfico N = 3,25 HP.

### CONVERSÃO DE ALTURA MANOMÉTRICA EM PRESSÃO



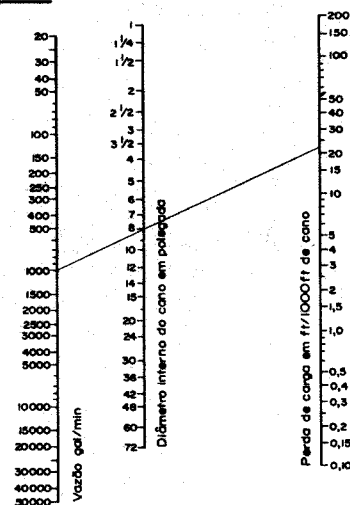
**Exemplo:** 22 ft de altura manométrica equivalem a uma pressão de 9,6 psi.

### RELAÇÃO ENTRE VELOCIDADE E ALTURA MANOMÉTRICA



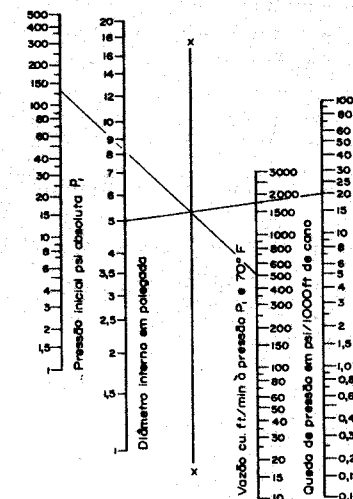
**Exemplo:** 16 ft/sec. de velocidade equivalem a uma altura manométrica de 4 ft.

### ABACO DA PERDA EM ENCANAMENTOS PARA ÁGUA



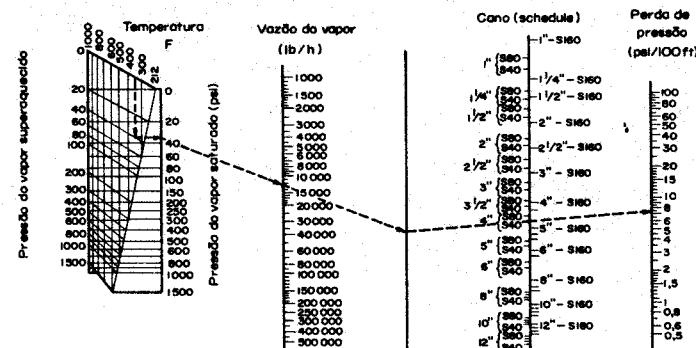
**Exemplo:** Para uma vazão de 1000 gal/min, diâmetro interno do cano de 8", a perda de carga, será 22 ft de altura manométrica por 1000 ft de cano.

### ABACO DA PERDA EM ENCANAMENTOS PARA AR COMPRIMIDO



**Exemplo:** Uma linha de ar comprimido de 600 ft, diâmetro interno do cano de 5" com vazão de 500 cu. ft./min e pressão de 135 psi; A pressão perdida será:  $20 \times 600 : 1000 = 12$  psi; A queda de pressão:  $135 - 12 = 123$  psi.

### ABACO DA PERDA EM ENCANAMENTOS PARA VAPOR



**Exemplo:** 12.500 lb/h de vapor passa por um encanamento de 50 ft., diâmetro 4", schedule 40, à pressão de 40 psi e temperatura de 350°F.

A perda de pressão será  $7,2 \times 50 : 100 = 3,6$  psi.

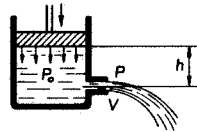
# ESCOAMENTO DE LÍQUIDOS

## LEIS DO ESCOAMENTO

- A velocidade  $V$  de escoamento de um líquido através de um orifício na parede do recipiente que contém este líquido é dado por:

$$V = \sqrt{2gh} \quad [m/seg]$$

$$H = h + \frac{P_0 - P}{\gamma} \quad [m]$$



$P_0$  = pressão aplicada na superfície do líquido  $[kg/m^2]$

$P$  = pressão na saída do líquido pelo orifício  $[kg/m^2]$

- A vazão é dada por:

$$q = \mu SV \quad [m^3/seg]$$

$S$  = área do orifício  $[m^2]$

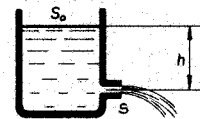
$\mu$  = coeficiente de efluxo

- Tempo de escoamento:

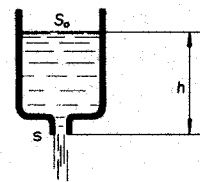
$$t = \frac{Q}{q} = \frac{Q}{\mu SV} \quad [seg]$$

$Q$  = volume de líquido escoado no tempo  $t$ .

## ESCOAMENTO POR GRAVIDADE



$$Q = S_0 h$$



Neste caso  $P = P_0$

$$H = h \therefore V = \sqrt{2gh}$$

$$q = \mu SV$$

$$t = \frac{Q}{q} = \frac{Q}{\mu SV_m}$$

$V_m$  = velocidade média

$$V_m = \frac{\sqrt{2gh}}{2}$$

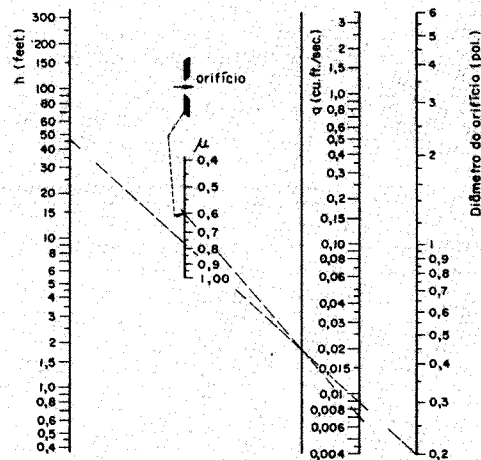
$$t = \frac{1}{\mu} \sqrt{\frac{2h}{g}} \frac{S_0}{S}$$

## COEFICIENTE DE EFLUXO

O coeficiente de efluxo  $\mu$ , depende da geometria do orifício de saída, conforme mostra a seguinte tabela:

Paredes finas	Paredes espessas ou bocais					
	$l/d$	$\mu$	$\mu$	$\alpha = 22^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 22^\circ$
$\mu = 0,61$	1	0,88	0,96	0,82	0,76	0,55
	5	0,81	0,89	0,76	0,71	—
	10	0,77	0,85	0,69	0,69	—

Os problemas podem ser resolvidos utilizando o gráfico abaixo:

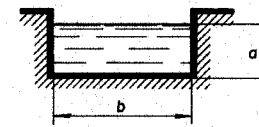


Dados: orifício  $\varnothing 0,2"$ ,  $h = 46$  ft. e  $\mu = 0,6$

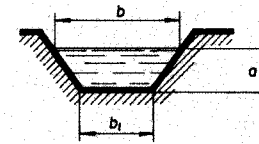
O gráfico fornece a vazão  $q = 0,007$  cu. ft./sec.

## ESCOAMENTO EM CANAIS

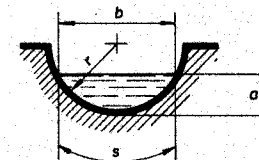
$$\text{Vazão: } q = SV$$



$$S = ab$$



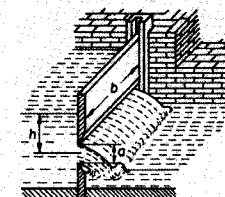
$$S = \frac{b + b_1}{2} a$$



$$S = \frac{s r - (r - a) b}{2}$$

## VERTEDOUROS

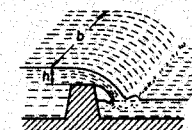
$$\text{Vazão: } q = \mu SV$$



$$V = \sqrt{2gh}$$

$$\mu = 0,65$$

$$S = ab$$



$$V = \sqrt{2g \frac{1}{2} h}$$

$$\mu = 0,60$$

$$S = bh$$

Valores da altura  $h$  em função dos valores de  $v$  compreendidos entre 0,01 e 1000 m/seg.

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

$$g = 9,81 \text{ m/seg}^2$$

$$\begin{matrix} v \text{ [m/seg]} \\ h \text{ [m]} \end{matrix}$$

Valores da velocidade  $v$  em função dos valores de  $h$  compreendidos entre 0,01 e 1000 m.

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$g = 9,81 \text{ m/seg}^2$$

$v$	$h$	$v$	$h$	$v$	$h$	$v$	$h$	$v$	$h$	$h$	$v$	$h$	$v$	$h$	$v$	$h$	$v$	$h$	$v$
0,01	0,000005	24	29,3578	68	235,678	205	2141,85	605	18655,3	0,01	0,44295	25	22,1472	69	36,7938	165	56,8973	570	105,752
0,02	0,000020	25	31,8552	69	242,661	215	2356,01	615	19277,5	0,02	0,62642	26	22,5858	70	37,0594	170	57,7529	580	106,875
0,05	0,000127	26	34,4546	70	249,745	225	2574,34	625	19909,5	0,03	0,76720	27	23,0161	71	37,3232	175	58,5961	590	107,591
0,10	0,000510	27	37,1560	71	256,932	235	2814,73	635	20551,7	0,04	0,88589	28	23,4384	72	37,5851	180	59,4272	600	108,499
0,15	0,001147	28	39,9592	72	264,220	245	3059,38	645	21204,1	0,05	0,99045	29	23,8535	73	37,8452	185	60,2470	610	109,399
0,20	0,002039	29	42,8644	73	271,611	255	3314,22	655	21866,7	0,06	1,08499	30	24,2611	74	38,1035	190	61,0555	620	110,292
0,25	0,003186	30	45,8716	74	279,103	265	3579,26	665	22539,5	0,07	1,17192	31	24,6621	75	38,3601	195	61,8539	630	111,435
0,30	0,004587	31	48,9807	75	286,697	275	3854,48	675	23222,5	0,08	1,25284	32	25,0567	76	38,6150	200	62,6418	640	112,057
0,35	0,006244	32	52,1917	76	294,393	285	4139,91	685	23915,7	0,09	1,32883	33	25,4452	77	38,8682	210	64,1888	650	112,929
0,40	0,008155	33	55,5046	77	302,192	295	4435,52	695	24619,0	0,10	1,40071	34	25,8279	78	39,1198	220	65,6993	660	113,795
0,45	0,010321	34	58,9195	78	310,092	300	4587,16	700	24974,5	0,15	1,71553	35	26,2050	79	39,3698	230	67,1759	670	114,653
0,50	0,012742	35	62,4363	79	318,094	305	4741,34	705	25332,6	0,20	1,98091	36	26,5767	80	39,6182	240	68,6207	680	115,006
0,55	0,015418	36	66,0551	80	326,198	315	5057,34	715	26056,3	0,25	2,21472	37	26,9433	81	39,8650	250	70,0357	690	116,352
0,60	0,018349	37	69,7757	81	334,404	325	5383,54	725	26790,3	0,30	2,42611	38	27,3049	82	40,1103	260	71,4227	700	117,192
0,65	0,021534	38	73,5984	82	342,712	335	5719,93	735	27534,4	0,40	2,80143	39	27,6619	83	40,3542	270	72,7832	710	118,026
0,70	0,024975	39	77,5229	83	351,121	345	6066,51	745	28288,7	0,50	3,13209	40	28,0143	84	40,5966	280	74,1188	720	118,855
0,75	0,028670	40	81,5494	84	359,633	355	6423,29	755	29053,3	0,60	3,43105	41	28,3623	85	40,8375	290	75,4308	730	119,677
0,80	0,032620	41	85,6779	85	368,247	365	6790,26	765	29828,0	0,70	3,70594	42	28,7061	86	41,0770	300	76,7202	740	120,094
0,85	0,036825	42	89,9083	86	376,962	375	7167,43	775	30612,9	0,80	3,96182	43	29,0458	87	41,3151	310	77,9884	750	121,305
0,90	0,041284	43	94,2406	87	385,780	385	7554,79	785	31408,0	0,90	4,20214	44	29,3816	88	41,5519	320	79,2364	760	122,111
0,95	0,045999	44	98,6748	88	394,699	395	7952,34	795	32213,3	1	4,42945	45	29,7136	89	41,7873	330	80,4649	770	122,912
1	0,05097	45	103,211	89	403,721	400	8154,94	800	32619,8	2	6,26418	46	30,0420	90	42,0214	340	81,6750	780	123,708
2	0,20387	46	107,849	90	412,844	405	8360,09	805	33028,8	3	7,67202	47	30,3668	91	42,2542	350	82,8673	790	124,498
3	0,45872	47	112,589	91	422,069	415	8778,03	815	33854,5	4	8,85889	48	30,6881	92	42,4858	360	84,0429	800	125,284
4	0,81549	48	117,431	92	431,397	425	9206,17	825	34690,4	5	9,20454	49	31,0061	93	42,7160	370	85,2021	810	126,064
5	1,27421	49	122,375	93	440,826	435	9644,50	835	35536,4	6	10,8499	50	31,3209	94	42,9451	380	86,3458	820	126,840
6	1,83486	50	127,421	94	450,357	445	10093,0	845	36392,7	7	11,7192	51	31,6326	95	43,1799	390	87,4746	830	127,611
7	2,49745	51	132,669	95	459,990	455	10551,7	855	37259,2	8	12,5284	52	31,9412	96	43,3995	400	88,5889	840	128,378
8	3,26198	52	137,819	96	469,725	465	11020,6	865	38135,8	9	13,2883	53	32,2469	97	43,6250	410	89,6895	850	129,140
9	4,12844	53	143,170	97	479,562	475	11499,7	875	39022,7	10	14,0071	54	32,5497	98	43,8493	420	90,7767	860	129,897
10	5,09684	54	148,624	98	489,501	485	11989,0	885	39919,7	11	14,6908	55	32,8496	99	44,0724	430	91,8510	870	130,650
11	6,16718	55	154,179	99	499,541	495	12488,5	895	40827,0	12	15,3440	56	33,1469	100	44,2945	440	92,9129	880	131,399
12	7,33945	56	159,837	100	509,684	500	12742,1	900	41284,4	13	15,9706	57	33,4416	105	45,3883	450	93,9627	890	132,143
13	8,61366	57	165,596	105	561,927	505	12998,2	905	41744,4	14	16,5730	58	33,7337	110	46,4564	460	95,0010	900	132,883
14	9,98981	58	171,458	115	674,057	515	13518,1	915	42672,0	15	17,1553	59	34,0232	115	47,5005	470	96,0281	910	133,620
15	11,4679	59	177,421	125	796,381	525	14048,2	925	43608,8	16	17,7178	60	34,3105	120	48,5224	480	97,0443	920	134,352
16	13,0479	60	183,486	135	928,899	535	14588,4	935	44557,8	17	18,2630	61	34,5951	125	49,5227	490	98,0500	930	135,080
17	14,7299	61	189,653	145	1071,61	545	15138,9	945	45516,1	18	18,7925	62	34,8775	130	50,5037	500	99,0454	940	135,804
18	16,5138	62	195,923	155	1224,52	555	15699,5	955	46484,5	19	19,3075	63	35,1577	135	51,4655	510	100,031	950	136,525
19	18,3996	63	202,294	165	1387,61	565	16270,4	965	47463,1	20	19,8091	64	35,4356	140	52,4099	520	101,007	960	137,241
20	20,3874	64	208,767	175	1560,91	575	16851,4	975	48451,8	21	20,2983	65	35,7113	145	53,3376	530	101,974	970	137,954
21	22,4771	65	215,341	185	1744,39	585	17442,7	985	49450,8	22	20,7759	66	35,9850	150	54,2492	540	102,931	980	138,664
22	24,6687	66	222,018	195	1938,07	595	18044,1	995	50460,0	23	21,2428	67	36,2566	155	55,1462	550	103,880	990	139,369
23	26,9623	67	228,797	200	2038,74	600	18348,6	1000	50968,4	24	21,6998	68	36,5262	160	56,0284	560	104,820	1000	140,071

## SEMElhANTE MECÂNICA

Entre o modelo e o objeto existe uma semelhança geométrica, facilmente perceptível. Se a relação entre o comprimento do objeto e do modelo é  $\lambda$ , a relação entre as superfícies será  $\lambda^2$  e entre os volumes  $\lambda^3$ .

Entre as forças que atuam sobre o modelo e o objeto existe uma semelhança mecânica menos perceptível. Tanto o modelo como o objeto estarão sujeitos à mesma aceleração de gravidade. Portanto a relação será 1.

$$\frac{\text{aceleração de gravidade do objeto}}{\text{aceleração de gravidade do modelo}} = \frac{L T^{-2}}{l t^{-2}} = 1$$

$$\text{Indicando com: } \frac{L}{l} = \lambda \quad \frac{T}{t} = C, \text{ a relação será: } \frac{\lambda}{C^2} = 1$$

$$\lambda \frac{\lambda}{C^2} = \lambda \dots \frac{\lambda^2}{C^2} = \lambda \dots \frac{\lambda}{C^2} = \sqrt{\lambda}$$

$$\frac{\lambda}{C^2} = \frac{L/l}{T/t} = \frac{L}{l} \cdot \frac{t}{T} = \frac{L}{l} \cdot \frac{1}{C} = \frac{V}{v} = \sqrt{\lambda} \dots V = v \sqrt{\lambda}$$

Se o modelo e o objeto, geometricamente semelhantes, estão no mesmo fluido, pela equação de Newton, a resistência ao movimento será respectivamente:

$$R = c \rho S V^2 \text{ e } r = c \rho s v^2$$

$$\frac{R}{r} = \frac{c \rho S V^2}{c \rho s v^2} = \lambda^2 \lambda = \lambda^3$$

Assim, se construímos o modelo na escala 1:100, a velocidade do modelo deverá ser:

$$v = \frac{V}{\sqrt{100}} = \frac{V}{10}$$

A resistência ao movimento do objeto será:

$$R = \lambda^3 r = 100^3 r = 1.000.000 r$$

## VISCOSIDADE

Quando um fluido escoa, verifica-se um movimento relativo entre as suas partículas, resultando um atrito entre elas. Este atrito interno recebe o nome de viscosidade.

No interior de um líquido as partículas contidas em duas lâminas paralelas de área S, movem-se a uma distância  $\Delta d$ , com velocidades diferentes v e  $v + \Delta v$ . A segunda lâmina tenderá a acelerar a primeira.

A força tangencial decorrente disso será:

$$F = \mu S \frac{\Delta v}{\Delta d} \quad \mu = \text{coef. de viscosidade dinâmica característica do fluido}$$

$$\text{unidades: CGS } \frac{\text{dina} \times \text{seg}}{\text{cm}^2} = \text{poise}$$

$$\text{MK*S } \frac{\text{kg} \times \text{seg}}{\text{m}^2} = 98,1 \text{ poise}$$

$$\text{viscosidade cinemática: } \nu = \mu / \rho \quad \rho = \text{densidade}$$

$$\text{unidades: CGS } \text{cm}^2/\text{seg}$$

$$\text{MK*S } \text{m}^2/\text{seg}$$

## NÚMERO DE REYNOLDS $Re$

Experimentalmente verifica-se que o coeficiente c da equação de de Newton não é constante, mas é função de  $\mu$ .

Sendo c número abstrato,  $\mu$  está combinado com outras grandezas físicas de modo a formar um número abstrato.

As grandezas físicas que intervêm são:  $\rho$ , V, L. \*\*

$$\text{Assim: } \frac{m}{\text{seg}} \cdot m : \frac{m^2}{\text{seg}} = \frac{m^2}{\text{seg}} \cdot \frac{\text{seg}}{m^2}$$

Esta combinação de grandeza satisfaz a desejada condição de fornecer um n.º adimensional.

Este número chama-se número de Reynolds.

$$Re = \frac{VL}{\nu}$$

Podemos concluir então que se desejamos que a semelhança experimental exista independentemente do fluido, o número de Reynolds deve ser o mesmo:

$$\frac{VL}{\nu} = \frac{v l}{\nu^i}$$

\*\* L = 1 dimensão linear que caracteriza o Corpo. (diâm. larg. compr.)

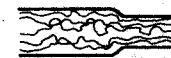
## MOVIMENTOS LAMINAR E TURBULENTO

A observação dos líquidos em movimento nos leva a distinguir dois tipos de movimento:

- regime laminar
- regime turbulento



regime laminar



regime turbulento

Aumentando-se gradualmente a velocidade, o escoamento passa de turbulento para laminar. A velocidade para a qual essa transição ocorre denomina-se "velocidade crítica".

No entanto, o melhor critério para se determinar o tipo de movimento não se prende exclusivamente ao valor da velocidade, mas ao valor do número de Reynolds.

$Re < 2000 \rightarrow$  regime laminar

$Re = 2000 \div 4000 \rightarrow$  zona crítica

$Re > 4000 \rightarrow$  regime turbulento

Nas condições práticas o movimento da água em canalizações é sempre turbulento.

## VISCOSIDADE CINEMÁTICA $\nu = \mu / \rho$ ( $\rho = \frac{f}{g}$ )

Fluido	t °C	Peso esp. s. kg/m³	viscos. cinemática $\nu$ m²/seg
água	0	999,87	$1,792 \times 10^{-6}$
	10	999,73	$1,306 \times 10^{-6}$
	20	998,23	$1,007 \times 10^{-6}$
	30	995,67	$0,804 \times 10^{-6}$
gasolina	40	992,24	$0,659 \times 10^{-6}$
	5	737	$0,757 \times 10^{-6}$
	10	733	$0,710 \times 10^{-6}$
	20	725	$0,648 \times 10^{-6}$
óleo combustível	30	716	$0,596 \times 10^{-6}$
	5	865	$5,98 \times 10^{-6}$
	10	861	$5,16 \times 10^{-6}$
	20	855	$3,94 \times 10^{-6}$
ar (pressão atm.)	30	849	$3,13 \times 10^{-6}$
	5	1,266	$13,7 \times 10^{-6}$
	10	1,244	$14,1 \times 10^{-6}$
	20	1,201	$15,1 \times 10^{-6}$
	30	1,162	$16,0 \times 10^{-6}$

## ESCOAMENTO DOS FLUIDOS NOS ENCANAMENTOS

A perda de carga em encanamentos é dada pela fórmula:

$$h_f = f \frac{LV^2}{D 2g}$$

$L$  = comprim. do encanam. (m)  
 $V$  = veloc. média do fluido (m/seg)  
 $D$  = diâmetro do cano (m)  
 $f$  = coef. de atrito  
 $h_f$  = perda de carga (m)

O coeficiente de atrito  $f$ , sem dimensões, é função do número de Reynolds  $R_e$  e da rugosidade equivalente  $k$ :  $f = f(R_e, k/D)$

Rugosidade  $k$  dos tubos

Material	Tubos novos k(m)	Tubos velhos k(m)
Aço galvanizado	$(1,5 \div 2,0) \times 10^{-4}$	$46 \times 10^{-4}$
Aço rebitado	$(10 \div 30) \times 10^{-4}$	$60 \times 10^{-4}$
Aço revestido	$4 \times 10^{-4}$	$(5 \div 12) \times 10^{-4}$
Aço soldado	$(0,4 \div 0,6) \times 10^{-4}$	$24 \times 10^{-4}$
Chumbo	lisos	lisos
Cimento amianto	$0,13 \times 10^{-4}$	—
Cobre ou latão	lisos	lisos
Concreto bem acabada	$(3 \div 10) \times 10^{-4}$	—
Concreto ordinário	$(10 \div 20) \times 10^{-4}$	—
Ferro forjado	$(0,4 \div 0,6) \times 10^{-4}$	$24 \times 10^{-4}$
Ferro fundido	$(2,5 \div 5,0) \times 10^{-4}$	$(30 \div 50) \times 10^{-4}$
Madeira em aduelas	$(2 \div 10) \times 10^{-4}$	—
Manilhas cerâmicas	$6 \times 10^{-4}$	$30 \times 10^{-4}$
Vidro	lisos	lisos
Plástico	lisos	lisos

Sendo  $S$  a secção do cano, a vazão é dada por:

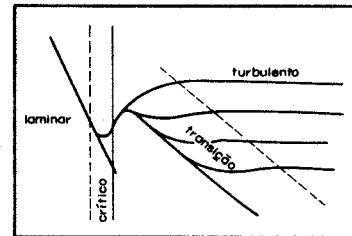
$$Q = V S \quad [m^3/seg] \quad S = \pi D^2 / 4$$

Substituindo a fórmula acima:

$$h_f = f \frac{8 L Q^2}{g \pi^2 D^5}$$

E o  $n^\circ$  de Reynolds:  $R_e = \frac{4Q}{\pi D V}$

Na solução geral dos problemas de escoamento em tubos, emprega-se o diagrama de Rouse, o qual está dividido em 4 zonas:



Para o regime laminar:

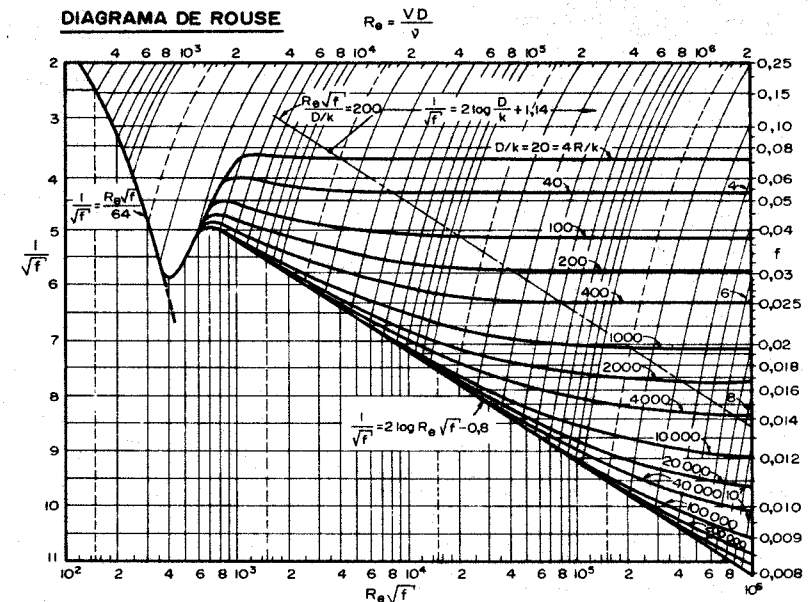
$$h_f = \frac{128 \nu L Q}{\pi D^4 g} = \frac{64 \nu}{D V} \frac{L V^2}{D 2g}$$

$$f = \frac{64 \nu}{D V} = \frac{64}{R_e}$$

Para o regime turbulento:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \log R_e \sqrt{f} - 0,8$$

## DIAGRAMA DE ROUSE



O quadro abaixo auxilia o encaminhamento dos vários tipos de problemas.

Problema Tipo	Dados	Incógnitas	1º passo	2º passo	3º passo	4º passo	5º passo
I	$D, Q$	$V, h_f$	Calcula-se $V = \frac{Q}{S}$	Calcula-se $R_e = \frac{VD}{\nu}$	Determina-se $\frac{D}{k}$	Com os valores de $R_e$ e $D/k$ encontra-se $f$ no diagrama.	Calcula-se $h_f = \frac{f L V^2}{D 2g}$
II	$D, h_f$	$V, Q$	Calcula-se $R_e \sqrt{f} = \sqrt{\frac{2g h_f D^5}{L V^2}}$	Determina-se $\frac{D}{k}$	Com os valores de $R_e$ e $\frac{D}{k}$ encontra-se $f$ no diagrama.	Calcula-se $V = \sqrt{\frac{h_f D 2g}{f L}}$	Calcula-se $Q = SV$
III	$h_f, Q$	$D, V$	Assume-se um primeiro valor para $f_1$	Com $f_1$ , calcula-se $D_1 = \sqrt{\frac{5 f_1 8 L Q^2}{h_f \pi^2 g}}$	Calcula-se $R_e = \frac{4Q}{\pi D_1 V}$	Determina-se $\frac{D_1}{k}$	Com esses valores encontra-se no diagrama um novo valor para $f: f_2$
IV	$h_f, V$	$D, Q$	Assume-se um primeiro valor para $f: f_1$	Com $f_1$ , calcula-se $D_1 = \frac{f L V^2}{h_f 2g}$	Calcula-se $R_e = \frac{VD_1}{\nu}$	Determina-se $\frac{D_1}{k}$	Repete-se as operações até que $f_n + 1 = f_n$
V	$V, Q$	$D, h_f$	Calcula-se $D = \frac{Q}{V}$	Conhecido $D$ o problema recal no tipo I.	—	—	—
VI	$V, D$	$Q, h_f$	Calcula-se $Q = SV$	Conhecido $Q$ o problema recal no tipo I.	—	—	—

# RESISTÊNCIA DO MEIO

## REGIMES DE RESISTÊNCIA

As forças que dificultam o movimento de um corpo relativamente a um fluido decorrem de duas causas:

- viscosidade do fluido: atrito interno do fluido
- inércia do fluido: devido aos choques do corpo com as partículas do fluido.

Para baixas velocidades a resistência ao movimento é determinada principalmente pela viscosidade do fluido: ela é denominada resistência viscosa.

Para velocidades maiores a resistência é determinada também pela inércia das partículas: é a resistência dinâmica.

## RESISTÊNCIA VISCOSA - LEI DE STOKES

A resistência é viscosa em velocidades inferiores a 2 m/seg no ar e inferiores a 0,03 m/seg na água. Neste caso vale a lei de Stokes que diz: a resistência é proporcional à velocidade.

Para uma esfera pequena, movendo-se a baixa velocidade em um fluido viscoso, a resistência é dada por:

$$F = 6\pi \mu r v$$

Quando uma esfera pequena cai lentamente num fluido viscoso a velocidade aumenta até um certo valor, chamado velocidade limite em que a força resistente equilibra as forças agentes.

Assim:  $P$  (peso) =  $I$  (impulsão) +  $R$  (resistência).

$$P = \frac{4}{3} \pi r^3 \delta \quad I = \frac{4}{3} \pi r^3 \delta_1 \quad R = 6\pi \mu r v$$

$$\text{Logo: } \frac{4}{3} \pi r^3 \delta = \frac{4}{3} \pi r^3 \delta_1 + 6\pi \mu r v$$

$$\text{onde se tira } v = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2}{\mu} (\delta - \delta_1)$$

Para velocidades maiores aplica-se a lei de Newton.

## RESISTÊNCIA DINÂMICA - LEI DE NEWTON

Para velocidades de 10 m/seg a 200 m/seg no ar e 0,05 m/seg e 2 m/seg na água, a intensidade da resistência do meio é dada pela lei de Newton:

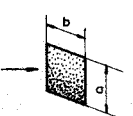

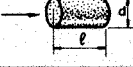
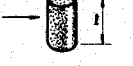

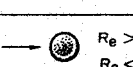
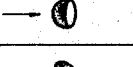
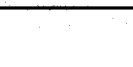

$$R = c_f \delta S \frac{V^2}{2g} \quad \text{kg}$$

$c_f$  = coefic. de resistência  
 $\delta$  = peso especif. do fluido  
 $V$  = veloc. relativa do móvel  
 $S$  = área da secção mestra do móvel

Para o ar em condições normais  $\delta = 1,225 \text{ kg/m}^3$

Para a água  $\delta = 1000 \text{ kg/m}^3$

Coeficiente de resistência

CORPO	$c_f$
placa retangular 	$\frac{a}{b} \begin{cases} 1 & 1,10 \\ 2 & 1,15 \\ 4 & 1,19 \\ 10 & 1,29 \\ 18 & 1,40 \\ \infty & 2,01 \end{cases}$
placa circular 	1,11
cilindro 	$\frac{l}{d} \begin{cases} 1 & 0,91 \\ 2 & 0,85 \\ 4 & 0,84 \\ 7 & 0,99 \end{cases}$
cilindro 	$\frac{l}{d} \begin{cases} 1 & 0,63 \\ 2 & 0,68 \\ 10 & 0,82 \\ \infty \text{ (fio)} & 1,20 \end{cases}$
prisma 	$\frac{a}{b} \begin{cases} 1/5 & 0,91 \\ 1/\infty & 1,53 \end{cases}$
cone 	$\alpha \begin{cases} 30^\circ & 0,34 \\ 60^\circ & 0,51 \end{cases}$
esfera 	$Re > \begin{cases} (1,5 \div 4) \times 10^5 & 0,09 \div 0,18 \\ Re < & 0,47 \end{cases}$
hemisfério 	$\begin{cases} \text{sem fundo} & 0,34 \\ \text{com fundo} & 0,4 \end{cases}$
hemisfério 	$\begin{cases} \text{sem fundo} & 1,33 \\ \text{com fundo} & 1,17 \end{cases}$

## AÇÃO DO VENTO

A pressão unitária que o vento exerce sobre uma superfície plana perpendicular, é dada por:

$$p = \frac{\delta}{2g} V^2 = \frac{\rho V^2}{2} \quad [\text{kg/m}^2] \quad \delta_{\text{ar}} = 1,225 \text{ kg/m}^3$$

Para o ar em condições normais  $\delta = 1,225 \text{ kg/m}^3$

$$\text{resulta } p = \frac{V^2}{16} \quad \rho = 1/8 \text{ kgm}^{-4} \text{ seg}^2$$

Para  $V = 10 \text{ m/seg} \rightarrow p = 6,4 \text{ kg/m}^2$

$V = 20 \text{ m/seg} \rightarrow p = 25,6 \text{ kg/m}^2$

$V = 30 \text{ m/seg} \rightarrow p = 57,6 \text{ kg/m}^2$

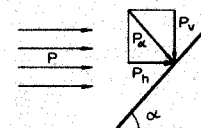
A velocidade do vento dificilmente supera 20 m/seg (70 km/h). Às vezes, apenas por alguns instantes, verifica-se  $V = 50 \text{ m/seg}$  (180 km/h,  $p = 156 \text{ kg/m}^2$ ).

Na escala internacional de Beaufort usa-se:

$$p = 0,0856 V^2 \quad [\text{kg/m}^2]$$

A pressão exercida pelo vento normalmente inclinada de  $\alpha^\circ$  é dada por:  $P_\alpha = p \sin \alpha$

As componentes são:  $\begin{cases} P_v = p \sin \alpha \cos \alpha \\ P_h = p \sin^2 \alpha \end{cases}$



Na prática usa-se a fórmula de Duchemin

$$P_\alpha = p \frac{2 \sin \alpha}{1 + \sin^2 \alpha}$$

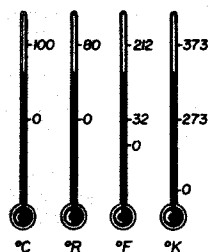
Valores de  $P_\alpha$ ,  $P_h$ ,  $P_v$  para  $p = 100 \text{ kg/m}^2$

$\alpha$	$P_v = p \sin \alpha$			Duchemin		
	$P_\alpha$	$P_h$	$P_v$	$P_\alpha$	$P_h$	$P_v$
6°	10	1	10	17	1,7	17
10°	17	3	17	34	5,9	33
15°	26	7	25	48	12	46
20°	34	12	32	61	21	56
25°	42	18	38	72	30	65
30°	50	25	43	80	40	69
35°	57	33	46	86	49	70
40°	64	41	49	91	59	69
45°	70	49	49	94	66	66



# TERMOLOGIA

## ESCALAS TERMOMÉTRICAS



$$\frac{C}{5} = \frac{R}{4} = \frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5}$$

°C = graus Centígrados ou Cécius.

°R = graus Réaumur.

°F = graus Fahrenheit.

°K = graus absolutos ou Kelvin.

°C

°R

°F

°K

°C

$$\frac{4}{5}^{\circ}\text{C}$$

$$\frac{9}{5}^{\circ}\text{C} + 32$$

°C + 273

$$\frac{5}{4}^{\circ}\text{R}$$

°R

$$\frac{9}{4}^{\circ}\text{R} + 32$$

$$\frac{5}{4}^{\circ}\text{R} + 273$$

$$\frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32)$$

$$\frac{4}{9} (^{\circ}\text{F} - 32)$$

°F

$$\frac{5}{9}^{\circ}\text{F} + 255,3$$

$$^{\circ}\text{K} - 273$$

$$\frac{4}{5} (^{\circ}\text{K} - 273)$$

$$\frac{9}{5}^{\circ}\text{K} - 459,4$$

°K

Caloria — (cal) é a quantidade de calor que é necessário fornecer a 1 grama de água para que sua temperatura aumente de 14,5 a 15,5 °C.

Kilocaloria — (kcal) é a quantidade de calor que é necessário fornecer a 1 kg de água para que sua temperatura aumente de 14,5 a 15,5 °C.

$$1 \text{ kcal} = 1000 \text{ cal}$$

## CALOR DE AQUECIMENTO

$$Q = mc(t_2 - t_1) \text{ [kcal]}$$

TEMPERATURA DA MISTURA  $t_m$

$$t_m = \frac{\sum mct}{\sum mc}$$

Q = calor de aquecimento [kcal]  
m = massa do corpo [kg]  
c = calor específico [kcal/kg °C]  
 $t_2$  = temperatura final [°C]  
 $t_1$  = temperatura inicial [°C]

$$J = \frac{T}{Q} = 427 \text{ Kgm} \quad (T = \text{trabalho})$$

$$1 \text{ kcal} = 427 \text{ kgm}$$

## EQUIVALENTE MECÂNICO DO CALOR

## TRANSMISSÃO DE CALOR ATRAVÉS DE UMA PAREDE

$$Q = k \frac{S}{e} (t_2 - t_1) \quad k = \text{coef. de condutibilidade}, S = \text{superf. da parede}, e = \text{espess. da parede}, t_2 - t_1 = \text{dif. de temp. entre as faces.}$$

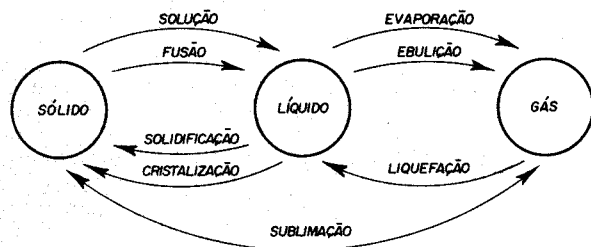
COEFICIENTE DE CONDUTIBILIDADE [kcal/m h °C]

## CALOR ESPECÍFICO DE ALGUNS SÓLIDOS E LÍQUIDOS DE 0° a 100°C [kcal/kg °C]

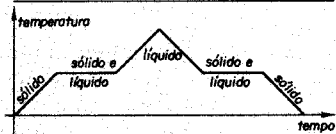
Aço doce	0,1165	Carvão de pedra	0,2040	Mármore cinzento	0,2099
Aço duro	0,1184	Carvão de gasogenio	0,2036	Manganita	0,097
Ácido bórico	0,2374	Cinza de lenha	0,2000	Mercurio	0,0333
Ácido nítrico	0,6614	Cimento Portland	0,177	Metal Monel	0,127
Ácido sulfúrico	0,3550	Cloreto de cálcio	0,1642	Níquel	0,1108
Ácido sulfuroso	0,1550	Chumbo sólido	0,0314	Nitrato de potássio	0,2388
Ácido acético	0,51	Chumbo fundido 327°	0,034	Nitrato de sódio	0,2782
Água a 15°	1,0000	Cobre de 18° a 100°	0,083	Nitrogênio	0,43
Água em média	1,0225	Cobre de 18° a 300°	0,086		
Alcool absoluto (peso esp. 0,81)	0,7000	Cobre fundido 1083°	0,156	Oligisto	0,1700
Alcool etílico a 20°	0,573	Coque	0,2133	Óleo de oliva	0,3086
Alcool etílico a -20°	0,505	Cortica	0,49	Óleo de naftalina	0,4800
Alcool metílico	0,5801	Ebanite	0,34	Óleo de terebentina	0,4720
Algodão	0,32	Enxofre sólido	0,1764	Óleo lubrificante	0,40
Alumínio de 18° a 100°	0,217	Enxofre fundido	0,2026	Ouro	0,0324
Alumínio de 18° a 500°	0,237	Estanho sólido	0,0562	Oxigenio líquido	0,347
Alumínio fundido	0,391	Estanho fundido	0,0637	Oxido de chumbo	0,0512
Amoníaco	0,94	Estuque	0,20		
Anilina	0,49	Escória	0,18	Papel celuloze	0,3200
Antimonio	0,0512	Essência de terebentina	0,42	Pedra em média	0,21
Areia	0,200			Pirita de ferro	0,1301
Argila	0,2150	Feldspato	0,1910	Platina de 0° a 100°	0,032
Arsenico	0,0814	Ferro de 0° a 100°	0,118	Porcelana de 15° a 1000°	0,256
Argamassa de pietrisco	0,21	Ferro de 0° a 500°	0,134	Prata	0,0570
Asfalto	0,223	Ferro de 0° a 1100°	0,164		
		Ferro fundido	0,2500	Querosene	0,50
Benzina	0,42	Ferro forjado	0,1133	Quartzo	0,1894
Bismuto	0,0305	Ferro gusa	0,2298		
Blenda	0,1200	Fósforo	0,1896	Sulfato de potássio	0,1901
Bronze	0,0860			Sulfato de sódio	0,2312
Cal virgem de 18° a 100°	0,19	Gasolina	0,42	Tântalo	0,0360
Cal virgem de 18° a 534°	0,22	Gesso comercial	0,20	Terebentina	0,4672
Cálcio	0,1709	Gelo de -40° a 0°	0,46	Terra (em média)	0,3 ÷ 0,4
Caulim	0,224	Gelo a 0°	0,505	Vidro	0,1920
Carbonato de cálcio	0,2149	Glicerina	0,5800		
Carbonato de magnésio	0,2200	Grafite	0,0018	Zinco	0,0956
Carbonato de sódio	0,2728	Magnésio	0,25	Zinco fundido 419°	0,121
Carvão de lenha	0,2415	Mármore branco	0,2159		

Aço (5% Ni)	25	Glicerina	0,25
Aço (30% Ni)	9	Grafite	4,2
Água parada	0,5	Granito	2,7 ÷ 3,5
Alcool	0,18	Hidrogenio	0,14
Alumínio	175	Lã	0,101
Algodão	0,014	Latao amarelo	73 ÷ 91
Alvenaria de tijolo	0,7	Latao vermelho	89 ÷ 102
Alvenaria de pedra	1,3 ÷ 2,1	Lava	0,7
Alvenaria refratária 200°	0,6 ÷ 0,8	Limalha de ferro	0,158
Alvenaria refratária a 1000°	1 ÷ 1,2	Mármore branco	2,78
Amianto	0,2	Mármore cinza	3,48
Argila cozida	0,5 ÷ 0,7	Manganita	20
Ar parado	0,019 ÷ 0,02	Mercurio	6,5
Argamassa	0,6	Mica	0,30
Argamassa de gesso	0,4 ÷ 0,63	Naftalina	0,32
Areia seca	0,28	Níquel	50
Areia (7% de umidade)	1		
Asfalto	0,55	Óleo em geral	0,1 ÷ 0,15
Baquelite	0,2	Ouro	250
Barro	0,09		
Basalto	1,1 ÷ 2,4	Papelão	0,034
Borracha	0,17 ÷ 0,3	Pano isolante	0,04 ÷ 0,12
Bronze	50	Petróleo	0,13
Carvão	0,12 ÷ 0,15	Pedra calcária compacta	0,6
Carvão de gasogenio	3,5	Pedra calcária granulosa	0,8
Carvão em pó	0,1	Platina	60
Celuloide	0,18	Pó de carvão	0,709
Cimento em pó	0,06	Pó de coque	0,16
Cinza de lenha	0,06	Porcelana	0,9
Chumbo	30	Prata	360
Cobre $\gamma = 8300 \text{ kg/m}^3$	260	Quartzo I eixo	5,7
Cobre $\gamma = 8900 \text{ kg/m}^3$	340	Quartzo II eixo	11,0
Cobre fosforoso	260	Quartzo fundido	1,2 ÷ 1,6
Cortica	0,143 ÷ 0,26	Reboque comum	0,7
Enxofre	0,2	Serragem	0,065 ÷ 0,008
Estanho	55	Tela	0,043 ÷ 0,055
Esteatita	2,3	Terra	0,45
Feltro	0,05	Tijolo bem seco	0,4 ÷ 0,6
Ferro gusa	40 ÷ 70	Tijolo ± úmido	0,6 ÷ 0,9
Ferro fosforoso	75		
Ferro e aço	40 ÷ 50	Vidro	0,75 ÷ 0,88
Gelo	0,8 ÷ 2	Zinco	92 ÷ 110
Gesso	0,35		

## MUDANÇA DE ESTADO



TEMPERATURA NA MUDANÇA DE ESTADO. Ex.: sólido  $\rightleftharpoons$  líquido.



$$Q = mc(t_2 - t_1) + \Delta Q$$

$Q$  = calor total  
 $m$  = massa do corpo  
 $c$  = calor específico  
 $t_2 - t_1$  = diferença de temperatura  
 $\Delta Q$  = calor de fusão ou solidificação

Calor de vaporização da água: 637 kcal/kg

$$Q = 606,5 + 0,305 t \quad \text{para } t \geq 100^\circ\text{C}$$

## TEMPERATURAS DE EBULIÇÃO [°C] A 760mm

Acroleína.....	52	Éter clorídrico.....	11
Acetileno.....	-84	Éter fórmico.....	56
Ácido benzóico.....	255	Éter sulfúrico.....	36
Ácido carbônico.....	-78	Estanho.....	1450 + 1600
Ácido cianídrico.....	26,5	Enxofre.....	444,5
Ácido clorídrico.....	160	Fenantrena.....	145
Ácido fluorídrico.....	19,4	Fósforo.....	290
Ácido iodídrico.....	127	Ferro.....	2450
Ácido nítrico.....	86	Glicerina.....	290
Ácido palmítico.....	348	Gorduras.....	300 + 320
Ácido sulfúrico (dens. = 1,85).....	325	Hélio.....	-268
Ácido sulfúrico monohidr.....	310	Hidrogênio.....	-253
Ácido sulfuroso.....	-10	Iodo.....	200
Ácido esteárico.....	383	Magnésio.....	1100
Água pura.....	100	Mercúrio.....	358
Água do mar.....	103	Metano.....	-162
Alcool etílico.....	78	Nitrogênio.....	-195
Alcool metílico.....	65	Naftalina.....	218
Amoníaco.....	-38	Nitro-glicerina.....	185
Anilina.....	182	Níquel.....	3075
Antraceno.....	360	Oleína.....	310 + 320
Antimônio.....	1450	Óleo de linhaça.....	316
Arsênico.....	450	Óleo de terebentina.....	156
Alumínio.....	1800	Óxido de carbono.....	-190
Argônio.....	-186	Oxigênio.....	-183
Benzina.....	80	Parafina.....	300
Bromo.....	63	Petróleo.....	80 + 120
Cádmio.....	840	Potássio.....	731
Canfora.....	204	Sulfeto de carbono.....	46,6
Cianogênio.....	-20,7	Sódio.....	954
Cloroformio.....	63	Zinco.....	915
Cloro.....	-33,6		
Cloreto de metila.....	-24		
Chumbo.....	1500		
Cobre.....	2340		
Difenila.....	250		

## CALOR DE FUSÃO OU SOLIDIFICAÇÃO

EM kcal/kg	
Alumínio.....	77,00
Água.....	79,24
Anidrido carbônico (5,1 atm).....	45
Antimônio.....	40
Benzina.....	30,00
Bismuto.....	12,64
Cádmio.....	14,00
Cobre.....	42,00
Chumbo.....	5,37
Escória de alto forno.....	50,00
Enxofre rômico.....	9,4
Enxofre monoclinico.....	11
Estanho.....	14,15
Ferro.....	30,00
Ferro gusa branco.....	33,00
Ferro gusa cinzento.....	23,00
Fósforo.....	5,03
Liga CuAl.....	75
Liga Monel.....	68
Mercúrio.....	2,82
Naftalina.....	36,00
Nitrato de potássio.....	48,90
Nitrato de sódio.....	64,87
Níquel.....	60
Parafina.....	35,10
Prata.....	21,07
Platina.....	27,18
Zinco.....	28,13

## COEF. DE DILATAÇÃO LINEAR

$$l = l_0(1 + \epsilon t) \quad \left\{ \begin{array}{l} l = \text{compr. à temp. } t \\ l_0 = \text{compr. inicial} \\ \epsilon = \text{coef. de dilat. linear} \end{array} \right.$$

Aço, Ferro.....	0,000012
Alumínio.....	0,000024
Baquelite.....	0,000029
Bronze, latão.....	0,000018
Borracha (20°).....	0,000077
Chumbo.....	0,000029
Constantan.....	0,000015
Cobre.....	0,000017
Estanho.....	0,000026
Ferro Gusa.....	0,000010
Invar.....	0,0000015
Magnésio.....	0,000026
Níquel.....	0,000013
Ouro.....	0,000014
Parafina (20°).....	0,000020
Platina.....	0,000009
Porcelana.....	0,000003
Prata.....	0,000020
Tijolo.....	0,000006
Vidro.....	0,000008
Zinco.....	0,000017

## COEF. DE DILATAÇÃO CÚBICA

$$V = V_0(1 + \alpha t) \quad \left\{ \begin{array}{l} V = \text{vol. à temp. } t \\ V_0 = \text{vol. inicial} \\ \alpha = \text{coef. de dilatação cúbica} \end{array} \right.$$

Ar, Gás.....	0,00367
Ácido sulfúrico.....	0,00055
Alcool etílico.....	0,00110
Benzina.....	0,00121
Essência de terebentina.....	0,00100
Éter etílico.....	0,00160
Glicerina.....	0,00050
Mercúrio.....	0,000181
Óleo de oliva.....	0,00072
Petróleo.....	0,0009 + 0,001

## CONTRAÇÃO LINEAR EM % NA SOLIDIFICAÇÃO E RESFRIAMENTO (MODELAGEM)

Aço.....	1,7%
Alumínio.....	1,7%
Bronze com 10% de estanho.....	0,77%
Bronze, com 20% de estanho.....	1,54%
Chumbo.....	1,1%
Estanho.....	0,7%
Ferro gusa.....	1,0%
Latão.....	1,5%
Zinco.....	1,6%

## TEMPERATURAS DE FUSÃO E SOLIDIFICAÇÃO [°C] A 760 mm

Aço doce.....	1400	Cloreto de sódio.....	800	Metano.....	-184
Aço duro.....	1300	Cloreto de cálcio.....	774	Naftalina.....	80
Ácido benzóico.....	121	Cloreto de chumbo.....	500	Nitrogênio.....	-210
Ácido bromídrico.....	-87,7	Cloreto de cobre.....	425	Níquel.....	1450
Ácido carbônico.....	-78	Cloreto de Ferro.....	300	Nitrato de cálcio anidro.....	561
Ácido clorídrico.....	-110	Cloreto de bismuto.....	232	Nitrato de potássio.....	339
Ácido cianídrico.....	-15	Cloreto de alumínio.....	190	Nitrato de sódio.....	313
Ácido fluorídrico.....	-34	Cobalto.....	1500 + 1800	Nitroglicerina.....	11
Ácido iodídrico.....	-49,5	Cobre.....	1090	Óleo de linhaça.....	-20
Ácido palmítico.....	62	Chumbo.....	334	Óleo de oliva.....	3
Ácido salicílico.....	152	Difenila.....	70,5	Ouro.....	1063
Ácido sulfídrico.....	-86	Éter etílico.....	-118	Osmio.....	2500
Ácido sulfuroso.....	-75	Escória de alto forno.....	1300 + 1400	Óxido de cálcio.....	2570
Ácido esteárico.....	70	Enxofre.....	109	Óxido de magnésio.....	2800
Água pura.....	0	Estanho.....	230	Oxigênio.....	-219
Água do mar.....	-2,5	Esmalte (colorido).....	964	Paládio.....	1950
Alumínio.....	600 + 700	Ferro puro.....	1530	Parafina.....	54
Alumina.....	2050	Ferro homogêneo.....	1350 + 1450	Platina.....	1766
Alcool etílico.....	-114	Ferro gusa branco.....	1100	Pocelana.....	1500 + 1600
Amoníaco.....	-76	Ferro gusa cinza.....	1200	Purpurina.....	252
Anidrido carbônico.....	-57,5	Fenantrena.....	98 + 100	Prata.....	954
Anilina.....	-8	Fósforo.....	43	Potássio.....	63,5
Antimônio.....	430	Fluoreto de cálcio.....	1378	Quartzo.....	1470
Antracena.....	213	Fluoreto de sódio.....	992	Sebo.....	32 + 40
Benzina.....	5	Gasolina.....	-150	Silício.....	1420
Bismuto.....	260	Glicerina.....	-20	Soda cáustica.....	322
Bromo.....	-7,3	Gálio.....	30,15	Sulfeto de carbono.....	-113
Borracha.....	125	Índio.....	176	Sódio.....	96
Bismuto.....	260	Íridio.....	2200 + 2500	Tântalo.....	2900
Berilo.....	1280	Iodo.....	107	Telúrio.....	525
Cádmio.....	320	Lítio.....	180	Tungstenio.....	3600
Cálcio.....	830	Magnésio.....	750	Vidro com chumbo.....	1200
Canfora.....	175	Manganês.....	1900	Vidro sem chumbo.....	1000
Cera branca.....	69	Mercúrio.....	-39	Volfrânio.....	3000
Cloro.....	-101	Margarina.....	59,9	Zinco.....	419
Cloroformio.....	-70				
Césio.....	26,5				
Cianogênio.....	-35				

# GASES

## TRANSFORMAÇÃO ISOTÉRMICA

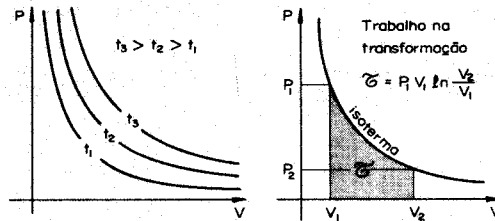
O volume  $V$  varia de acordo com a pressão  $P$ , e a temperatura permanece constante.

Esta transformação segue a lei de Boyle e Mariotte:

"Numa transformação isotérmica de uma massa gasosa, o produto da pressão pelo volume permanece constante."

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad \text{ou} \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$$

Representando graficamente, obtém-se uma hipérbole equilátera, a cada temperatura.



## TRANSFORMAÇÃO ISÓBARICA

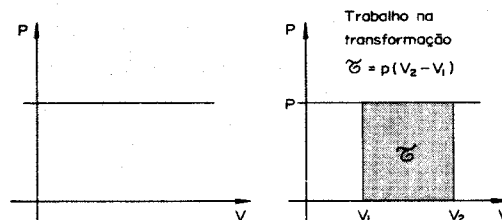
É a transformação durante a qual a pressão permanece constante, e as variáveis são: volume  $V$  e temperatura  $T$ .

Esta transformação segue a primeira lei de Gay-Lussac:

"Os volumes de uma dada massa gasosa, mantida a pressão constante, estão entre si como as temperaturas absolutas correspondentes."

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \quad T = \text{temp. em } ^\circ\text{K}$$

Representando graficamente, obtém-se uma reta horizontal.



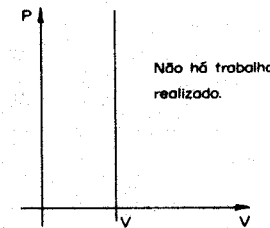
## TRANSFORMAÇÃO ISOMÉTRICA

O volume é mantido constante, variando a pressão  $P$  e a temperatura  $T$ . Esta transformação segue a segunda lei de Gay-Lussac.

"As pressões de uma dada massa gasosa mantida a volume constante variam linearmente com a temperatura."

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Representando graficamente, temos:



Obs.: Essas 3 leis representam o comportamento de um gás à pressão muito reduzida, e temperaturas superiores à temperatura crítica.

## LEI DE AVOGADRO E AMPÈRE

"Nas mesmas condições de pressão e temperatura, volumes iguais de gases de natureza diversa, contêm o mesmo número de moléculas."

Decorre daí que "a molécula grama de qualquer substância, nas mesmas condições de pressão e temperatura, ocupa o mesmo volume" (como fase gasosa).

Nas condições normais ( $0^\circ\text{C}$ ,  $P = 1 \text{ atm.}$ ) o volume molar é 22,4 litros.

## EQUAÇÃO DE ESTADO DE UM GÁS IDEAL

Para uma dada massa de gás é constante a razão entre o produto da pressão pelo volume e a temperatura absoluta.

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

## EQUAÇÃO DE CLAPEYRON

$$P V = n P_0 V_0 (1 + \alpha t) \quad \left\{ \alpha = \frac{1}{273} \text{ coef. de dilatação dos gases perfeitos} \right.$$

$$P V = n P_0 V_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right) = n \frac{P_0 V_0}{273} (273 + t) = n \frac{P_0 V_0}{273} T$$

$$\frac{P_0 V_0}{273} = R = \text{constante do gás ideal} \quad \left\{ \begin{array}{l} P_0 = 1,013 \, 250 \text{ barias} \\ V_0 = 22 \, 414 \text{ cm}^3 \end{array} \right.$$

$$\text{Resultado: } R = 8,3146 \times 10^7 \text{ erg/mol} \cdot ^\circ\text{K} = 848 \text{ kgm/mol} \cdot ^\circ\text{K}$$

$$P V = n R T \quad \left\{ \begin{array}{l} n = \text{número de mols} = \frac{\text{massa } m}{\text{massa molecular } M} \\ 1 \text{ mol} = \text{massa molecular expressa em gramas} \end{array} \right.$$

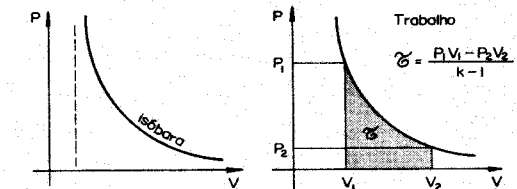
## TRANSFORMAÇÃO ADIABÁTICA

É a transformação na qual um sistema não troca calor com o exterior. Esta transformação segue a lei de Laplace-Poisson:

"Quando um gás sofre uma transformação adiabática, o produto da pressão pela potência  $k$  do volume é constante."

$$P_1 V_1^k = P_2 V_2^k \quad k = \frac{c_p}{c_v} = \frac{\text{calor especif. a } P \text{ cte.}}{\text{calor especif. a } V \text{ cte.}}$$

Representando graficamente, temos:



Gás ou vapor	$c_p$	$c_v$	$k$
Ar	0,2375	0,1685	1,4098
Nitrogênio	0,2438	0,1727	1,4114
Gás amoníaco	0,5080	0,3600	1,411
Etileno	0,4040	0,3326	1,215
Metano	0,5929	0,4679	1,267
Hidrogênio	3,4090	2,4119	1,4132
Oxigênio	0,2175	0,1551	1,4026
Vapor de água	0,4750	0,3337	1,300

## TRANSFORMAÇÃO POLITRÓPICA

São transformações que seguem curvas de calor específico constante  $c$ .

$$P_1 V_1^m = P_2 V_2^m \quad m = \frac{c_p - c}{c_v - c} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{Para } 1 < m < k, \\ c \text{ é negativo} \end{array} \right.$$

$m = 1 \rightarrow$  transformação isotérmica

$m = k \rightarrow$  transformação isobárica

$m > k$  perda de calor  $m < k$  absorção de calor pelo gás

## MISTURA DE GASES - LEI DE DALTON

"A pressão exercida por uma mistura de gases é a soma das pressões que cada um exerceria se ocupasse, sozinho, o volume da mistura."

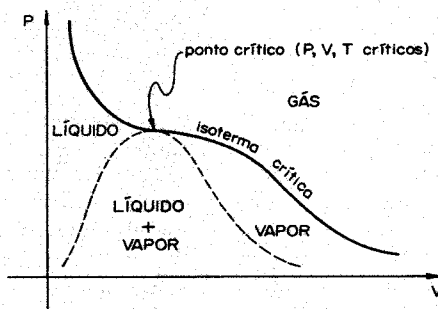
$$\left. \begin{array}{l} P_1 V = n_1 R T \\ P_2 V = n_2 R T \\ \vdots \\ P_m V = n_m R T \end{array} \right\} \begin{array}{l} m \text{ gases ocupando um volume } V \text{ sob pressão total } P \\ P_1, P_2, \dots, P_m = \text{pressões parciais de cada gás} \\ T = \text{temperatura da mistura} \\ n_1, n_2, \dots, n_m = n^{\circ} \text{ de mols dos gases} \end{array}$$

Somando,  $P V = (n_1 + n_2 + \dots + n_m) R T$

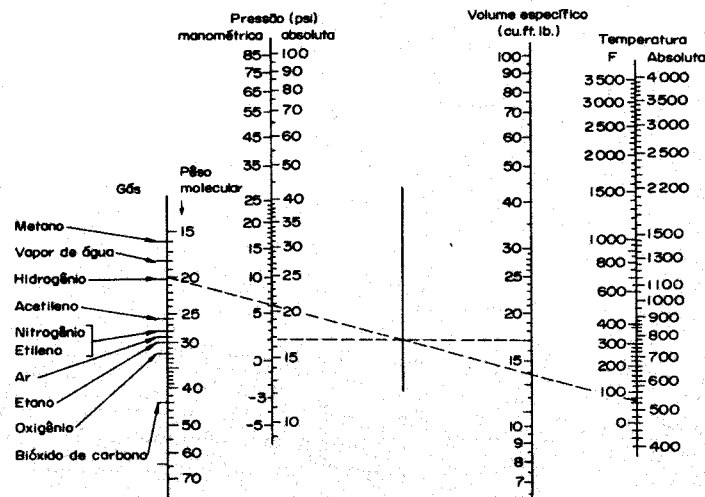
## ISOTERMAS DOS GASES REAIS

Em torno e abaixo do ponto crítico as isotermas de um gás real não é mais uma hipérbole como acontece com os gases ideais.

O gráfico  $P \times V$  toma o seguinte aspecto:



## ÁBACO DA EQUAÇÃO DE ESTADO PARA GASES ACIMA DA TEMPERATURA CRÍTICA



Obs.: Neste gráfico, somente o hidrogênio encontra-se com seu peso molecular multiplicado por 10 e consequentemente o volume específico está dividido por 10.

Exemplo:

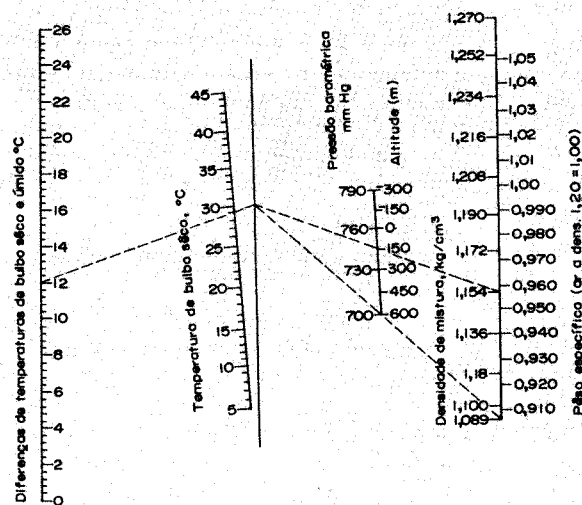
Qual é o volume de 1 libra de hidrogênio a 70 °F e pressão manométrica de 2 psi?

Pelo gráfico se obtém 170 cu. ft./lb.

## ESTADO CRÍTICO

	Temperatura crítica (°C)	Pressão crítica (Atm)
Hélio	- 268°	2
Hidrogênio	- 241°	13
Nitrogênio	- 147°	33
Oxigênio	- 119°	50
Anidrido carbônico	+ 31°	73
Éter	+ 194°	36
Água	+ 374°	217

## ÁBACO PARA A DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE DO AR



Exemplo:

Considerando que a temperatura do bulbo seco seja de 29 °C, a temperatura do bulbo úmido de 17 °C e a pressão barométrica de 745 mm Hg, qual será a densidade atmosférica nessas condições?

Resposta: 1,154 kg/cm³

Exemplo:

Qual seria a densidade atmosférica nas mesmas condições de temperatura no exemplo acima, mas a uma altura de 600 metros?

Resposta: 1,089 kg/cm³

PROPRIEDADES DOS GASES

$$PV = nRT = \frac{m}{M}RT \quad r = \frac{R}{M}$$

R = constante do gás ideal = 848 kgm/°K

Gás	Símbolo	Atômidade	Peso molecular M	Peso teórico de $lm^3$ a 0°C e 760 mmHg em kg	Peso efetivo de $lm^3$ a 0°C e 760 mmHg em kg	Densidade em relação ao ar	Constante r	$C_p$	$C_v$	$C_p$	$C_v$	$k = \frac{C_p}{C_v}$
								20°C e 1 kg/cm²	20°C e 1 kg/cm²	20°C e 1 kg/cm²	20°C e 1 kg/cm²	
Hélio	He	1	4	0,1785	0,1785	0,138	212,0	1,251	0,755	5,00	3,02	1,66
Argônio	Ar	1	40	1,7818	1,782	1,378	21,26	0,127	0,077	5,07	3,07	1,66
Ar	—	—	(29)	1,2920	1,2928	1,000	29,27	0,241	0,172	6,97	4,98	1,40
Oxigênio	O <sub>2</sub>	2	32	1,4276	1,4289	1,105	26,50	0,218	0,156	6,99	4,99	1,40
Nitrogênio	N <sub>2</sub>	2	28	1,2499	1,2505	0,968	30,26	0,250	0,178	6,99	4,99	1,400
Hidrogênio	H <sub>2</sub>	2	2	0,08987	0,08987	0,0694	420,6	3,408	2,420	6,87	4,88	1,407
Óxido nítrico	NO	2	30	1,3388	1,342	1,036	28,26	0,241	0,175	7,26	5,26	1,38
Monóxido de carbono	CO	2	28	1,2492	1,2502	0,967	30,29	0,250	0,180	7,01	5,02	1,40
Ácido clorídrico	HCl	2	36,5	1,6270	1,6391	1,268	23,25	0,191	0,136	7,00	5,00	1,40
Anidrido carbônico	CO <sub>2</sub>	3	44	1,9630	1,9768	1,529	19,27	0,202	0,156	8,89	6,86	1,30
Óxido nítrico	N <sub>2</sub> O	3	44	1,9637	1,9775	1,530	18,26	0,21	0,164	9,24	7,20	1,28
Anidrido sulfuroso	SO <sub>2</sub>	3	64	2,8584	1,8276	2,264	13,24	0,151	0,120	9,68	7,68	1,25
Amônia	NH <sub>3</sub>	4	17	0,7599	0,7709	0,596	49,79	0,53	0,41	9,00	7,00	1,29
Acetileno	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	4	26	1,1607	1,1709	0,912	32,59	0,402	0,323	10,46	8,41	1,24
Cloreto metílico	CH <sub>3</sub> Cl	5	50,5	2,2522	2,3084	1,783	16,80	0,18	0,14	9,10	7,10	1,28
Metano	CH <sub>4</sub>	5	16	0,7152	0,7168	0,555	52,90	0,531	0,406	8,51	6,51	1,31
Etileno	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	6	28	1,2506	1,2604	0,975	30,25	0,365	0,202	10,23	8,19	1,25
Etano	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	8	30	1,3405	1,3560	1,038	28,21	0,413	0,345	12,41	10,34	1,20

REDUÇÃO DO VOLUME DOS GASES À

CONDIÇÕES NORMAIS ( $t_0 = 0^\circ\text{C}$ ;  $P_0 = 760 \text{ mmHg}$ )

$$\text{redução} = \frac{V_0}{V} = \frac{T_0}{T} \cdot \frac{P}{P_0} = \frac{1}{1+\alpha t} \cdot \frac{P}{760}$$

$$\alpha = \frac{1}{273}^\circ\text{C}^{-1}$$

P mmHg	19°C	20°C	21°C	22°C	23°C	24°C	25°C	26°C	27°C	28°C	29°C
740	0,911	0,908	0,905	0,904	0,898	0,895	0,892	0,889	0,886	0,883	0,880
741	0,912	0,909	0,906	0,902	0,899	0,896	0,893	0,890	0,887	0,884	0,881
742	0,913	0,910	0,907	0,903	0,900	0,897	0,894	0,891	0,888	0,885	0,882
743	0,914	0,911	0,908	0,904	0,901	0,898	0,895	0,892	0,889	0,887	0,884
744	0,915	0,912	0,909	0,905	0,902	0,899	0,897	0,894	0,891	0,888	0,885
745	0,916	0,913	0,910	0,906	0,903	0,900	0,898	0,895	0,892	0,889	0,886
746	0,918	0,915	0,912	0,908	0,905	0,902	0,899	0,896	0,893	0,890	0,887
747	0,919	0,916	0,913	0,909	0,906	0,903	0,900	0,897	0,894	0,891	0,888
748	0,920	0,917	0,914	0,910	0,907	0,904	0,901	0,898	0,895	0,892	0,889
749	0,921	0,918	0,915	0,911	0,908	0,905	0,902	0,899	0,896	0,893	0,890
750	0,923	0,920	0,917	0,913	0,910	0,907	0,904	0,901	0,898	0,895	0,892
751	0,924	0,921	0,918	0,914	0,911	0,908	0,905	0,902	0,899	0,896	0,893
752	0,925	0,922	0,919	0,915	0,912	0,909	0,906	0,903	0,900	0,897	0,894
753	0,926	0,923	0,920	0,917	0,914	0,911	0,908	0,905	0,902	0,899	0,896
754	0,927	0,924	0,921	0,918	0,915	0,912	0,909	0,906	0,903	0,900	0,897
755	0,928	0,925	0,922	0,919	0,916	0,913	0,910	0,907	0,904	0,901	0,898
756	0,930	0,927	0,924	0,920	0,917	0,914	0,911	0,908	0,905	0,902	0,899
757	0,931	0,928	0,925	0,921	0,918	0,915	0,912	0,909	0,906	0,903	0,900
758	0,932	0,929	0,926	0,922	0,919	0,916	0,913	0,910	0,907	0,904	0,901
759	0,934	0,931	0,928	0,924	0,921	0,918	0,915	0,912	0,909	0,906	0,903
760	0,935	0,932	0,929	0,925	0,922	0,919	0,916	0,913	0,910	0,907	0,904
761	0,936	0,933	0,930	0,926	0,923	0,920	0,917	0,914	0,911	0,908	0,905
762	0,937	0,934	0,931	0,927	0,924	0,921	0,918	0,915	0,912	0,909	0,906
763	0,939	0,936	0,933	0,929	0,926	0,923	0,920	0,917	0,914	0,911	0,907
764	0,940	0,937	0,934	0,930	0,927	0,924	0,921	0,918	0,915	0,912	0,909
765	0,941	0,938	0,935	0,931	0,928	0,925	0,922	0,919	0,916	0,913	0,910
766	0,942	0,939	0,936	0,932	0,929	0,926	0,923	0,920	0,917	0,914	0,911
767	0,943	0,940	0,937	0,933	0,930	0,927	0,924	0,921	0,918	0,915	0,912
768	0,944	0,941	0,938	0,934	0,931	0,928	0,925	0,922	0,919	0,916	0,913
769	0,946	0,943	0,940	0,936	0,933	0,930	0,927	0,924	0,921	0,918	0,915
770	0,947	0,944	0,941	0,937	0,934	0,931	0,928	0,925	0,922	0,919	0,916
771	0,948	0,945	0,942	0,939	0,936	0,933	0,930	0,926	0,923	0,920	0,917
772	0,950	0,947	0,944	0,940	0,937	0,934	0,931	0,928	0,924	0,921	0,918
773	0,951	0,948	0,945	0,941	0,938	0,935	0,932	0,929	0,926	0,923	0,919
774	0,952	0,949	0,946	0,943	0,939	0,936	0,933	0,930	0,927	0,924	0,921

VALORES DE  $1/(1+\alpha t)$

t°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-20	1,07922	1,08350	1,08783	1,09219	1,09658	1,10101	1,10549	1,10999	1,11453	1,11911
-10	1,03810	1,04208	1,04607	1,05010	1,05417	1,05825	1,06233	1,06655	1,07073	1,07495
0	1,00000	1,00369	1,00740	1,01114	1,01489	1,01868	1,02252	1,02636	1,03024	1,03417
0	1,00000	0,99634	0,99271	0,98911	0,98553	0,98198	0,97845	0,97495	0,97148	0,96803
10	0,96460	0,96120	0,95782	0,95446	0,95113	0,94782	0,94454	0,94127	0,93803	0,93482
20	0,93162	0,92845	0,92529	0,92216	0,91905	0,91596	0,91289	0,90984	0,90682	0,90381
30	0,90082	0,89785	0,89490	0,89197	0,88906	0,88617	0,88330	0,88044	0,87761	0,87479
40	0,87199	0,86921	0,86645	0,86370	0,86097	0,85826	0,85556	0,85289	0,85022	0,84758
50	0,84495	0,84234	0,83974	0,83716	0,83460	0,83205	0,82952	0,82700	0,82450	0,82201
60	0,81954	0,81708	0,81464	0,81221	0,80980	0,80740	0,80501	0,80264	0,80028	0,79794
70	0,79561	0,79329	0,79099	0,78870	0,78642	0,78416	0,78191	0,77967	0,77745	0,77524
80	0,77304	0,77085	0,76867	0,76651	0,76436	0,76222	0,76010	0,75798	0,75588	0,75379
90	0,75171	0,74964	0,74759	0,74554	0,74351	0,74148	0,73947	0,73747	0,73548	0,73350
100	0,73153	0,72957	0,72762	0,72568	0,72376	0,72184	0,71993	0,71803	0,71614	0,71427
110	0,71241	0,71055	0,70870	0,70685	0,70503	0,70322	0,70141	0,69960	0,69781	0,69602
120	0,69425	0,69249	0,69073	0,68899	0,68725	0,68552	0,68380	0,68209	0,68039	0,67869
130	0,67700	0,67532	0,67365	0,67199	0,67035	0,66870	0,66705	0,66543	0,66381	0,66220
140	0,66059	0,65899	0,65740	0,65581	0,65424	0,65268	0,65112	0,64956	0,64802	0,64649
150	0,64498	0,64343	0,64192	0,64044	0,63891	0,63741	0,63592	0,63444	0,63297	0,63150
160	0,63004	0,62859	0,62713	0,62571	0,62427	0,62285	0,62141	0,62001	0,61860	0,61719
170	0,61580	0,61441	0,61303	0,61165	0,61028	0,60892	0,60756	0,60621	0,60487	0,60353
180	0,60220	0,60087	0,59954	0,59822	0,59691	0,59561	0,59431	0,59302	0,59173	0,59045
190	0,58917	0,58790	0,58663	0,58537	0,58412	0,58287	0,58163	0,58039	0,57915	0,57792
200	0,57670	0,57548	0,57427	0,57306	0,57186	0,57066	0,56947	0,56828	0,56710	0,56592
210	0,56475	0,56358	0,56242	0,56126	0,56011	0,55896	0,55781	0,55667	0,55553	0,55441
220	0,55328	0,55216	0,55105	0,54995	0,54882	0,54772	0,54663	0,54553	0,54444	0,54336
230	0,54227	0,54119	0,54012	0,53905	0,53799	0,53693	0,53587	0,53482	0,53377	0,53273
240	0,53169	0,53065	0,52962	0,52859	0,52757	0,52655	0,52554	0,52452	0,52352	0,52251

VALORES DE  $(1+\alpha t)$

t°C	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9
-20	0,92660	0,92293	0,91926	0,91559	0,91192	0,90825	0,90458	0,90091	0,89724	0,89357
-10	0,86330	0,85963	0,85596	0,85229	0,84862	0,84495	0,84128	0,83761	0,83394	0,83027
0	1,00000	0,99639	0,99278	0,98917	0,98556	0,98195	0,97834	0,97473	0,97112	0,96751
0	1,00000	1,00367	1,00734	1,01101	1,01468	1,01835	1,02202	1,02569	1,02936	1,03303
10	1,03670	1,04037	1,04404	1,04771	1,05138	1,05505	1,05872	1,06239	1,06606	1,06973
20	1,07340	1,07707	1,08074	1,08441	1,08808	1,09175	1,09542	1,09909	1,10276	1,10643

VARIAÇÃO DO VOLUME DOS GASES À PRESSÃO CONSTANTE

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$V_1 = 1$$

$$T = 273 + t^{\circ}\text{C}$$

$t_2^{\circ}\text{C}$	-20	-10	0	+10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200		
$t_1^{\circ}\text{C}$	$T_1$	$T_2$	253	263	273	283	293	303	313	323	333	343	353	363	373	383	393	403	413	423	433	443	453	463	473
-20	253	1	1,0395	1,0790	1,1186	1,1581	1,1976	1,2371	1,2767	1,3162	1,3557	1,3953	1,4348	1,4743	1,5138	1,5534	1,5929	1,6324	1,6719	1,7115	1,7510	1,7905	1,8300	1,8696	
-10	263	0,9620	1	1,0380	1,0760	1,1141	1,1521	1,1901	1,2281	1,2661	1,3042	1,3422	1,3802	1,4182	1,4563	1,4943	1,5323	1,5703	1,6083	1,6464	1,6844	1,7224	1,7604	1,7985	
0	273	0,9267	0,9634	1	1,0366	1,0733	1,1099	1,1465	1,1832	1,2198	1,2564	1,2930	1,3297	1,3663	1,4029	1,4396	1,4762	1,5128	1,5495	1,5861	1,6227	1,6594	1,6960	1,7326	
10	283	0,8940	0,9293	0,9647	1	1,0353	1,0707	1,1060	1,1413	1,1767	1,2120	1,2473	1,2827	1,3180	1,3533	1,3887	1,4240	1,4594	1,4947	1,5300	1,5653	1,6007	1,6360	1,6714	
20	293	0,8635	0,8976	0,9317	0,9659	1	1,0341	1,0682	1,1024	1,1365	1,1706	1,2048	1,2389	1,2730	1,3072	1,3413	1,3754	1,4095	1,4437	1,4778	1,5119	1,5461	1,5802	1,6143	
30	303	0,8350	0,8680	0,9010	0,9340	0,9670	1	1,0330	1,0660	1,0990	1,1320	1,1650	1,1980	1,2310	1,2640	1,2970	1,3300	1,3630	1,3960	1,4290	1,4620	1,4950	1,5281	1,5611	
40	313	0,8083	0,8403	0,8722	0,9042	0,9361	0,9681	1	1,0320	1,0639	1,0958	1,1278	1,1598	1,1917	1,2237	1,2556	1,2876	1,3195	1,3515	1,3834	1,4153	1,4473	1,4793	1,5112	
50	323	0,7833	0,8143	0,8452	0,8762	0,9071	0,9381	0,9690	1	1,0310	1,0619	1,0929	1,1239	1,1548	1,1858	1,2167	1,2477	1,2786	1,3096	1,3406	1,3715	1,4025	1,4334	1,4644	
60	333	0,7598	0,7898	0,8198	0,8499	0,8799	0,9099	0,9399	0,9700	1	1,0300	1,0601	1,0901	1,1201	1,1502	1,1802	1,2102	1,2403	1,2703	1,3003	1,3303	1,3604	1,3904	1,4204	
70	343	0,7376	0,7668	0,7959	0,8251	0,8542	0,8834	0,9125	0,9417	0,9709	1	1,0292	1,0583	1,0875	1,1166	1,1458	1,1750	1,2041	1,2332	1,2624	1,2915	1,3207	1,3499	1,3790	
80	353	0,7167	0,7451	0,7734	0,8017	0,8300	0,8584	0,8866	0,9150	0,9433	0,9717	1	1,0283	1,0567	1,0850	1,1133	1,1417	1,1700	1,1983	1,2266	1,2550	1,2833	1,3116	1,3400	
90	363	0,6970	0,7245	0,7521	0,7796	0,8072	0,8347	0,8622	0,8898	0,9173	0,9449	0,9724	1	1,0275	1,0551	1,0826	1,1102	1,1377	1,1653	1,1928	1,2204	1,2479	1,2755	1,3030	
100	373	0,6783	0,7051	0,7319	0,7587	0,7855	0,8123	0,8391	0,8659	0,8928	0,9196	0,9464	0,9732	1	1,0268	1,0536	1,0804	1,1072	1,1340	1,1609	1,1876	1,2145	1,2413	1,2681	
110	383	0,6606	0,6867	0,7128	0,7389	0,7650	0,7911	0,8172	0,8433	0,8694	0,8956	0,9217	0,9478	0,9739	1	1,0261	1,0522	1,0783	1,1044	1,1306	1,1566	1,1828	1,2089	1,2350	
120	393	0,6438	0,6692	0,6947	0,7201	0,7456	0,7710	0,7964	0,8219	0,8473	0,8728	0,8982	0,9237	0,9491	0,9746	1	1,0255	1,0509	1,0763	1,1018	1,1272	1,1527	1,1781	1,2036	
130	403	0,6278	0,6526	0,6774	0,7022	0,7271	0,7518	0,7767	0,8015	0,8263	0,8511	0,8759	0,9007	0,9256	0,9504	0,9752	1	1,0248	1,0496	1,0744	1,0992	1,1241	1,1489	1,1737	
140	413	0,6126	0,6368	0,6610	0,6852	0,7095	0,7337	0,7579	0,7821	0,8063	0,8305	0,8547	0,8789	0,9032	0,9274	0,9516	0,9758	1	1,0242	1,0484	1,0726	1,0969	1,1211	1,1453	
150	423	0,5981	0,6218	0,6454	0,6690	0,6927	0,7163	0,7400	0,7636	0,7872	0,8109	0,8345	0,8582	0,8818	0,9054	0,9291	0,9527	0,9764	1	1,0236	1,0473	1,0709	1,0946	1,1182	
160	433	0,5843	0,6074	0,6305	0,6536	0,6767	0,6998	0,7229	0,7460	0,7690	0,7921	0,8152	0,8383	0,8614	0,8845	0,9076	0,9307	0,9538	0,9769	1	1,0231	1,0462	1,0693	1,0924	
170	443	0,5711	0,5937	0,6163	0,6388	0,6614	0,6840	0,7066	0,7291	0,7517	0,7743	0,7968	0,8194	0,8420	0,8646	0,8871	0,9097	0,9323	0,9549	0,9774	1	1,0226	1,0452	1,0677	
180	453	0,5585	0,5806	0,6026	0,6247	0,6468	0,6689	0,6909	0,7130	0,7351	0,7572	0,7792	0,8013	0,8234	0,8455	0,8675	0,8896	0,9117	0,9338	0,9559	0,9779	1	1,0221	1,0442	
190	463	0,5464	0,5680	0,5896	0,6112	0,6328	0,6544	0,6760	0,6976	0,7192	0,7408	0,7624	0,7840	0,8056	0,8272	0,8488	0,8704	0,8920	0,9136	0,9352	0,9568	0,9784	1	1,0216	
200	473	0,5349	0,5560	0,5772	0,5983	0,6193	0,6406	0,6617	0,6829	0,7040	0,7252	0,7463	0,7674	0,7886	0,8097	0,8309	0,8520	0,8732	0,8943	0,9155	0,9366	0,9577	0,9789	1	

VARIAÇÃO DO VOLUME DE UM GÁS À TEMPERATURA CONSTANTE

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{P_2}{P_1}$$

$$V_1 = 1$$

$$P \text{ em mmHg}$$

$P_1$	$P_2$	650	660	670	680	690	700	710	720	730	740	750	760	770	780	790	800	810	820	830	840	850	860
650	1	0,985	0,971	0,956	0,942	0,929	0,915	0,903	0,890	0,878	0,867	0,855	0,844	0,833	0,823	0,813	0,803	0,793	0,783	0,774	0,765	0,756	
660	1,015	1	0,985	0,971	0,957	0,943	0,930	0,917	0,904	0,892	0,880	0,868	0,857	0,846	0,835	0,825	0,815	0,805	0,795	0,786	0,777	0,767	
670	1,031	1,015	1	0,985	0,971	0,957	0,944	0,931	0,918	0,905	0,893	0,882	0,870	0,859	0,848	0,838	0,827	0,817	0,807	0,798	0,788	0,779	
680	1,046	1,030	1,015	1	0,986	0,971	0,958	0,944	0,932	0,919	0,907	0,895	0,883	0,872	0,861	0,850	0,840	0,829	0,819	0,810	0,800	0,791	
690	1,062	1,045	1,030	1,015	1	0,986	0,972	0,958	0,945	0,932	0,920	0,908	0,896	0,885	0,873	0,863	0,852	0,841	0,831	0,821	0,812	0,802	
700	1,077	1,061	1,045	1,029	1,014	1	0,986	0,972	0,959	0,946	0,933	0,921	0,909	0,897	0,886	0,875	0,864	0,854	0,843	0,833	0,824	0,814	
710	1,092	1,076	1,060	1,044	1,029	1,014	1	0,986	0,973	0,959	0,947	0,934	0,922	0,910	0,899	0,888	0,877	0,866	0,855	0,845	0,835	0,826	
720	1,108	1,091	1,075	1,059	1,043	1,029	1,014	1	0,986	0,973	0,960	0,947	0,935	0,923	0,911	0,900	0,889	0,878	0,867	0,857	0,847	0,837	
730	1,123	1,106	1,090	1,074	1,058	1,043	1,028	1,014	1	0,986	0,973	0,961	0,948	0,936	0,924	0,913	0,901	0,890	0,880	0,869	0,859	0,849	
740	1,138	1,121	1,105	1,088	1,072	1,057	1,042	1,028	1,014	1	0,987	0,974	0,961	0,949	0,937	0,925	0,914	0,902	0,892	0,881	0,871	0,860	
750	1,154	1,136	1,119	1,103	1,087	1,072	1,056	1,042	1,027	1,014	1	0,987	0,974	0,962	0,949	0,938	0,926	0,915	0,904	0,893	0,882	0,872	
760	1,169	1,152	1,134	1,118	1,101	1,086	1,070	1,056	1,041	1,027	1,013	1	0,987	0,974	0,962	0,950	0,938	0,927	0,916	0,905	0,894	0,884	
770	1,185	1,167	1,149	1,132	1,116	1,100	1,084	1,069	1,055	1,041	1,027	1,013	1	0,987	0,975	0,963	0,951	0,939	0,928	0,917	0,906	0,895	
780	1,200	1,182	1,164	1,147	1,130	1,114	1,099	1,083	1,068	1,054	1,040	1,026	1,013	1	0,987	0,975	0,963	0,951	0,940	0,929	0,918	0,907	
790	1,215	1,197	1,179	1,162	1,145	1,129	1,113	1,097	1,082	1,068	1,053	1,039	1,026	1,013	1	0,988	0,975	0,963	0,952	0,940	0,929	0,919	
800	1,231	1,212	1,194	1,176	1,159	1,143	1,127	1,111	1,096	1,081	1,067	1,053	1,039	1,026	1,013	1	0,988	0,976	0,964	0,952	0,941	0,930	
810	1,246	1,227	1,209	1,191	1,174	1,157	1,141	1,125	1,110	1,095	1,080	1,066	1,052	1,038	1,025	1,013	1	0,988	0,976	0,964	0,953	0,942	
820	1,262	1,242	1,224	1,206	1,188	1,171	1,155	1,139	1,123	1,108	1,093	1,079	1,065	1,051	1,038	1,025	1,012	1	0,988	0,976	0,965	0,953	
830	1,277	1,258	1,239	1,221	1,203	1,186	1,169	1,153	1,137	1,122	1,107	1,092	1,078	1,064	1,051	1,038	1,025	1,012	1	0,988	0,976	0,965	
840	1,292	1,273	1,254	1,235	1,217	1,200	1,183	1,167	1,151	1,135	1,120	1,105	1,091	1,077	1,063	1,050	1,037	1,024	1,012	1	0,988	0,977	
850	1,308	1,288	1,269	1,250	1,232	1,214	1,197	1,181	1,164	1,149	1,133	1,118	1,104	1,090	1,076	1,063	1,049	1,037	1,024	1,012	1	0,988	
860	1,323	1,303	1,284	1,265	1,246	1,229	1,211	1,194	1,178	1,162	1,147	1,132	1,117	1,103	1,089	1,075	1,062	1,049	1,036	1,024	1,012	1	

# TERMODINÂMICA

## PRIMEIRO PRINCÍPIO DA TERMODINÂMICA

É uma aplicação do teorema da conservação da energia, quando esta se manifesta em forma de calor. Este princípio diz que há uma equivalência entre calor e trabalho mecânico.

$$\mathcal{Q} = JQ = \frac{1}{A}Q$$

$\mathcal{Q}$  = trabalho

Q = calor

Equivalente mecânico do calor J

Equivalente térmico do trabalho A =  $\frac{1}{J}$

	CGS	MKS	MK*S
J	$4,18 \times 10^7$ erg/cal	4,18 joule/cal	427 kgm/kcal
A	$0,24 \times 10^{-7}$ cal/erg	0,24 cal/joule	$\frac{1}{427}$ kcal/kgm

O calor que um corpo recebe será empregado para aumentar sua energia interna dU e/ou para realizar um trabalho PdV. Se a energia cinética é constante ou nula, o calor elementar dQ será expresso por:

$$dQ = dU + APdV$$

Equação fundamental

## APLICAÇÕES PARA OS GASES

a - Transformação isotérmica: a temperatura é constante, a energia interna não varia (dU=0), e a quantidade de calor trocada com o exterior é equivalente ao trabalho desenvolvido.

$$dQ = APdV \quad \Delta Q = A \int_1^2 P dV = AP_1 V_1 \ln \frac{V_2}{V_1} = nART \ln \frac{V_2}{V_1}$$

b - Transformação isobárica: a pressão é constante.

$$dQ = m c_p dT = dU + APdV$$

$$m c_p (T_2 - T_1) = (U_2 - U_1) + AP(V_2 - V_1)$$

$$m c_p (T_2 - T_1) = (U_2 + APV_2) - (U_1 + APV_1)$$

$$I = U + PV = \text{entalpia} = \text{conteúdo de calor}$$

Para m=1kg: I = i

c - Transformação isométrica: não há realização de trabalho (PdV=0). O calor trocado será equivalente à variação da energia interna.

$$dQ = dU \quad \therefore m c_v dT = dU \quad U_2 - U_1 = m c_v (T_2 - T_1)$$

d - Transformação adiabática: não há trocas de calor.

$$dQ = 0 = dU + APdV \quad \therefore APdV = -dU$$

$$\int_1^2 dU = m c_v \int_1^2 dT \quad U_2 - U_1 = m c_v (T_2 - T_1)$$

$$A \int_1^2 P dV = A \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{k-1} \quad \therefore m c_v (T_1 - T_2) = A \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{k-1}$$

O trabalho exterior desenvolvido numa expansão adiabática é efetuado exclusivamente às custas de sua energia interna. Consequentemente a temperatura decrescerá.

Numa compressão o trabalho empregado elevará a energia interna e consequentemente a temperatura.

e - Transformação politrópica: calor específico c

$$dQ = m c dT \quad dU = m c_v dT \quad \therefore m c dT = m c_v dT + APdV$$

$$\int_1^2 m c dT = m c (T_2 - T_1) \quad \int APdV = A \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{m-1}$$

$$\text{Logo: } m(c - c_v)(T_2 - T_1) = A \frac{P_1 V_1 - P_2 V_2}{m-1}$$

## PROCESSOS CÍCLICOS

O calor pode ser transformado em trabalho. Para que isso seja possível, com continuidade, o sistema deve realizar as transformações de modo a levá-lo periodicamente ao estado inicial.

Dessa forma dizemos que o sistema descreveu um ciclo.

Se o sistema recebe calor no ciclo e fornece trabalho, recebe o nome de Máquina Térmica. Se recebe trabalho e fornece calor, recebe o nome de Máquina Frigorífica.

Num ciclo a variação da energia interna é nula,

$$\text{logo: } dQ = APdV \quad \int_1^2 dQ = |Q_1 - Q_2| = A\mathcal{Q}$$

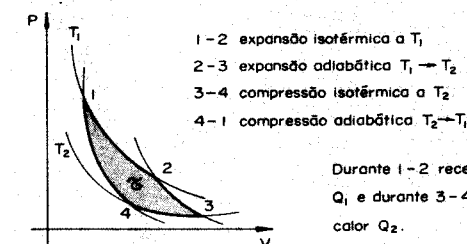
O rendimento térmico do ciclo será:

$$\eta = \frac{A\mathcal{Q}}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} \quad \begin{cases} Q_1 > Q_2 \\ 0 < \eta < 1 \end{cases}$$

Nos vários ciclos possíveis, terá rendimento maior aqueles para os quais todas as transformações que se efetuam são reversíveis.

Um processo é reversível quando também pode desenvolver-se em sentido contrário, de maneira que ao terminar a transformação invertida todos os corpos que nele tomam parte se acham como no princípio.

Exemplo de ciclo reversível: ciclo de Carnot



Há uma transferência de calor de uma fonte quente ( $Q_1$ ) para uma fonte fria ( $Q_2$ ).

$$\text{Transformações isotérmicas: } P_1 V_1 = P_2 V_2 \quad P_3 V_3 = P_4 V_4$$

$$\text{Transformações adiabáticas: } P_1 V_1^k = P_2 V_2^k \quad P_3 V_3^k = P_4 V_4^k$$

$$\text{Como } Q_1 = nART_1 \ln \frac{V_2}{V_1} \quad Q_2 = nART_2 \ln \frac{V_3}{V_4}$$

$$\text{Destas relações tira-se: } \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

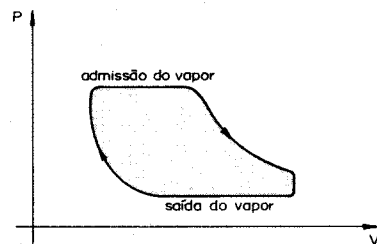
$$\text{Rendimento } \eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

$$\text{O trabalho efetuado será: } A\mathcal{Q} = \eta Q_1 = Q_1 \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)$$

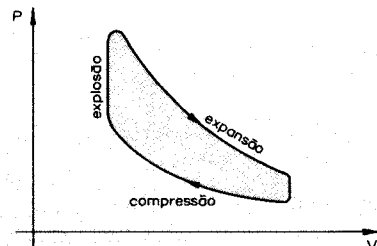
Uma parte do calor recebido da fonte quente é transformada em trabalho; o restante é devolvido, como calor, à fonte fria, tornando-se energia não utilizável (se não houver outra fonte mais fria que permita converter mais uma parcela em trabalho).

## EXEMPLOS DE CICLOS

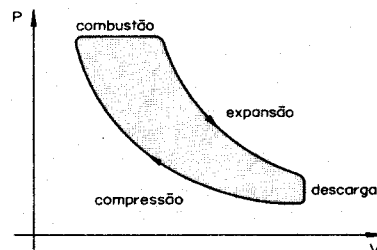
### MÁQUINA A VAPOR



### MOTOR DE EXPLOSÃO



### MOTOR DIESEL



## SEGUNDO PRINCÍPIO DA TERMODINÂMICA

"Para haver transformação de calor em trabalho (com continuidade) é necessária a existência de ao menos duas fontes de calor a temperaturas diferentes" (Carnot).

Por este princípio concluímos que:

— é impossível construir uma máquina que, operando segundo um ciclo, tenha como único efeito, extrair calor de um reservatório e realizar um trabalho equivalente (Kelvin-Planck).

— é impossível construir uma máquina que, operando segundo um ciclo, tenha como único efeito, transferir calor de um corpo a outro a maior temperatura.

— Um corpo ou sistema de corpos cujas partes se acham todos a igual temperatura, não pode desenvolver trabalho mecânico.

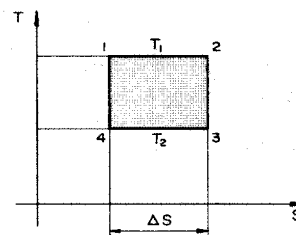
## ENTROPIA "S"

É uma propriedade que, nas transformações adiabáticas reversíveis não varia e que, numa transformação isotérmica reversível varia de  $\frac{Q}{T}$ .

Transformação adiabática:  $S = \text{cte}$  (isoentrópica)  
 $\Delta S = 0$

Transformação isotérmica reversível:  $\Delta S = \frac{Q}{T}$

O ciclo de Carnot num gráfico T x S será:



Unidade: kcal/°K

Nas transformações não adiabáticas e não isotérmicas, calcula-se a variação da entropia, dividindo a transformação como uma sucessão de isothermas elementares cuja variação da entropia será:

$$dS = \frac{dQ}{T} \quad \text{variação total: } \Delta S = \int \frac{dQ}{T}$$

Portanto  $dQ = T dS$ , que substituindo na equação fundamental do 1º princípio, temos:

$$T dS = dU + P dV \quad \boxed{dS = \frac{dU}{T} + \frac{P dV}{T}}$$

Transformação isométrica:  $P dV = 0 \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$

$$T dS = dU = m c_v dT \quad \boxed{\Delta S = m c_v \ln \frac{T_1}{T_2} = m c_v \ln \frac{P_1}{P_2}}$$

Transformação isobárica:  $P = \text{cte}, \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$

$$dS = \frac{dQ}{T} = m c_p \frac{dT}{T} \quad \boxed{\Delta S = m c_p \ln \frac{T_1}{T_2} = m c_p \ln \frac{V_1}{V_2}}$$

Transformação isotérmica:  $dU = 0 \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}$

$$dS = P \frac{dV}{T} = n R \frac{dV}{V} \quad \boxed{\Delta S = n R \ln \frac{V_2}{V_1} = n R \ln \frac{P_1}{P_2}}$$

Transformação adiabática:  $\boxed{\Delta S = 0}$

Obs.: O que sempre interessa é a variação da entropia e nunca seu valor absoluto. A entropia de um líquido a 0 °C dá-se o valor zero.

Para os líquidos ( $m = 1 \text{ kg}$ ):  $S' = \int \frac{cdT}{T} \quad c = \text{calor específico}$

Para os vapores saturados secos

A entropia de 1 kg de vapor úmido com uma proporção de vapor  $x$  excede de  $\frac{r \cdot x}{T}$  o valor da entropia para a mesma quantidade de líquido à mesma temperatura ( $r$  calor latente de vaporização). Para 1 kg de vapor seco ( $x=1$ ): entropia  $S'' = S' + \frac{r}{T}$  sendo  $S'$  a entropia do líquido à mesma temperatura. Se este vapor é superaquecido até  $T_2$ , à pressão constante, a entropia continuará crescendo de uma quantidade  $\int_{T_1}^{T_2} c_p \frac{dT}{T}$ .



# VAPOR SATURADO

## VAPOR SATURADO

$v'$  = volume específico do líquido à pressão de saturação correspondente à temp. dada  
 $v''$  = volume específico do vapor à pressão de saturação correspondente à temp. dada  
 $c$  = calor específico do líquido no ponto de saturação  
 $r$  = calor latente de vaporização necessário para evaporar 1kg de líquido a PT cte  
 $\Psi = AP(v'' - v')$  = calor latente externo para aumentar o volume específico em kcal  
 $\rho = r - \Psi$  = calor latente interno para evaporação em kcal  
 $i'$  = entalpia ou calor do líquido à temperatura de saturação =  $u' + APv'$   
 $u'$  = entalpia interna do líquido à temperatura de saturação  
 $i''$  = entalpia do vapor saturado =  $i' + r$   
 $u''$  = energia interna do vapor saturado =  $u' + \rho$        $x$  = fração de vapor

calor específico do líquido:  $c = \frac{di'}{dt} - A v' \frac{dP}{dT}$

entalpia do líquido  $s' = \int \frac{cdT}{T}$  do vapor saturado  $s'' = s' + \frac{r}{T}$

Admite-se  $i' = e$  e  $s' = 0$  à temperatura de 0°

2º Princípio da termodinâmica para vapores saturados

$\frac{r}{T} = A(v'' - v') \frac{dP}{dT}$  equação de Clapeyron

Para um vapor úmido, em qualquer estado, vale:

$v = v' + x(v'' - v')$        $u = u' + x\rho$   
 $s = s' + x \frac{r}{T}$        $i = i' + xr$

Para 1kg de vapor que passa do estado inicial I para final 2:

$Q_{12} = u_2 - u_1 + x_2 \rho_2 - x_1 \rho_1 + A \int_1^2 P dv$   
 $Q_{12} = i_2 - i_1 + x_2 r_2 - x_1 r_1 - A \int_1^2 v dP$

u'' = energia interna do vapor saturado = u' + ρ														x = fração de vapor														P	t	T	v''	g''	s'	s''	s''-s'	i'	i''	r	u'	u''	ρ	Ψ				
																												kg/cm²	°C	°K	m³/kg	kg/m³													kcal	kcal
P	t	T	v''	g''	s'	s''	s''-s'	i'	i''	r	u'	u''	ρ	Ψ	7,5	167,0	440,0	0,2609	3,833	0,4808	1,6015	1,1208	168,7	661,7	493,0	168,5	615,8	447,4	45,63																	
kg/cm²	°C	°K	m³/kg	kg/m³			$\frac{r}{T}$									8,0	169,6	442,6	0,2454	4,075	0,4870	1,5962	1,1093	171,4	662,3	490,9	171,2	616,3	445,1	45,77																
0,01	6,6	279,6	131,6	0,0076	0,0239	2,1395	2,1156	6,6	598,0	591,4	6,6	567,2	560,6	30,83	8,5	172,1	445,1	0,2317	4,316	0,4929	1,5913	1,0984	174,0	662,9	488,8	173,8	616,8	442,9	45,90																	
0,015	12,7	285,7	89,64	0,0112	0,0453	2,1043	2,0595	12,7	600,9	588,2	12,7	569,4	556,7	31,49	9,0	174,5	447,5	0,2195	4,556	0,4985	1,5866	1,0881	176,6	663,4	486,8	176,3	617,1	440,8	46,02																	
0,02	17,1	290,1	68,27	0,0146	0,0609	2,0803	2,0194	17,1	602,9	585,8	17,1	571,0	553,8	31,98	9,5	176,8	449,8	0,2085	4,797	0,5038	1,5822	1,0784	179,0	663,9	484,9	178,7	617,6	438,9	46,13																	
0,025	20,7	293,7	55,28	0,0181	0,0732	2,0614	1,9883	20,7	604,6	583,9	20,7	572,2	551,5	32,37	10	179,0	452,0	0,1985	5,037	0,5090	1,5778	1,0689	181,3	664,4	483,1	181,0	617,9	436,8	46,23																	
0,03	23,7	296,7	46,53	0,0215	0,0833	2,0460	1,9627	23,7	606,0	582,3	23,7	573,3	549,6	32,69	11	183,2	456,2	0,1813	5,516	0,5186	1,5699	1,0513	185,7	665,2	479,5	185,4	618,5	433,1	46,41																	
0,04	26,6	301,6	35,46	0,0282	0,0996	2,0219	1,9223	26,6	608,2	579,6	26,6	575,0	546,4	33,22	12	187,1	460,1	0,1668	5,996	0,5275	1,5625	1,0350	189,8	665,9	476,1	189,5	619,0	429,6	46,55																	
0,05	32,5	305,5	28,73	0,0348	0,1125	2,0032	1,8907	32,5	610,0	577,5	32,5	576,4	543,9	33,64	13	190,7	463,7	0,1545	6,474	0,5358	1,5556	1,0199	193,6	666,6	472,8	193,3	619,4	426,6	46,68																	
0,06	35,8	308,8	24,19	0,0413	0,1232	1,9880	1,8648	35,8	611,5	575,8	35,8	577,6	541,8	33,99	14	194,1	467,1	0,1438	6,952	0,5435	1,5493	1,0057	197,3	667,0	469,7	196,9	619,8	422,9	46,78																	
0,08	41,1	314,1	18,45	0,0542	0,1403	1,9642	1,8239	41,1	614,0	572,8	41,1	579,4	538,3	34,56	15	200,4	470,4	0,1346	7,431	0,5508	1,5432	0,9924	200,7	667,4	466,7	200,3	620,1	419,8	46,87																	
0,10	45,4	318,4	14,96	0,0669	0,1539	1,9458	1,7919	45,4	615,9	570,5	45,4	580,9	535,5	35,02	16	204,4	473,4	0,1264	7,909	0,5577	1,5375	0,9798	204,0	667,8	463,8	203,6	620,4	416,8	46,94																	
0,12	49,0	322,0	12,60	0,0794	0,1652	1,9308	1,7657	49,0	617,6	568,5	49,0	582,2	533,1	35,40	17	203,4	476,4	0,1192	8,389	0,5643	1,5321	0,9679	207,1	668,1	460,9	206,7	620,6	413,9	47,00																	
0,15	53,6	326,6	10,22	0,0979	0,1792	1,9126	1,7334	53,6	619,6	566,0	53,6	583,7	530,1	35,88	18	206,2	479,2	0,1128	8,868	0,5705	1,5270	0,9565	210,1	668,3	458,2	209,7	620,8	411,2	47,04																	
0,20	59,7	332,7	7,797	0,1283	0,1976	1,8892	1,6916	59,7	622,3	562,7	59,7	585,8	526,1	36,52	19	208,8	481,8	0,1070	9,349	0,5764	1,5220	0,9456	213,0	668,5	455,5	212,5	621,0	408,5	47,07																	
0,25	64,6	337,6	6,235	0,1581	0,2122	1,8712	1,6589	64,6	624,5	559,9	64,6	587,4	522,9	37,02	20	211,4	484,4	0,1017	9,831	0,5821	1,5173	0,9352	215,8	668,7	452,9	215,2	621,1	405,8	47,10																	
0,30	68,7	341,7	5,331	0,1876	0,2244	1,8567	1,6323	68,7	626,3	557,6	68,7	588,8	520,2	37,45	22	216,2	489,2	0,0927	10,79	0,5928	1,5084	0,9156	221,0	668,9	447,9	220,4	621,2	400,8	47,12																	
0,35	72,3	345,3	4,614	0,2167	0,2348	1,8441	1,6093	72,3	627,8	555,6	72,3	590,0	517,8	37,81	24	220,8	493,8	0,0850	11,76	0,6026	1,5001	0,8974	226,0	669,0	443,0	225,3	621,2	395,9	47,10																	
0,40	75,4	348,4	4,072	0,2456	0,2439	1,8334	1,5895	75,4	629,2	553,8	75,4	591,1	515,6	38,13	26	225,0	498,0	0,0785	12,74	0,6119	1,4923	0,8804	230,6	669,0	438,4	229,8	621,2	391,3	47,07																	
0,50	80,9	353,9	3,304	0,3027	0,2595	1,8156	1,5562	80,9	631,5	550,6	80,9	592,8	512,0	38,67	28	229,0	502,0	0,0729	13,72	0,6205	1,4850	0,8644	235,0	668,8	433,9	234,2	621,0	386,9	47,01																	
0,60	85,5	358,5	2,785	0,3590	0,2723	1,8011	1,5288	85,5	633,4	548,0	85,5	594,3	508,9	39,12	30	232,8	505,8	0,0680	14,70	0,6287	1,4780	0,8493	239,1	668,6	429,5	238,3	620,8	382,6	46,92																	
0,70	89,5	362,5	2,411	0,4147	0,2834	1,7889	1,5055	89,5	635,1	545,6	89,5	595,6	506,1	39,51	32	236,4	509,4	0,0637	15,69	0,6364	1,4713	0,8350	243,1	668,3	425,2	242,2	620,6	378,4	46,83																	
0,80	93,0	366,0	2,128	0,4699	0,2931	1,7783	1,4852	93,0	636,5	543,6	93,0	596,7	503,7	39,84	34	239,8	512,8	0,0599	16,69	0,6437	1,4650	0,8213	246,9	668,0	421,1	245,9	620,3	374,4	46,71																	
0,90	96,2	369,2	1,906	0,5246	0,3018	1,7690	1,4672	96,2	637,8	541,7	96,2	597,7	501,5	40,15	36	243,1	516,1	0,0565	17,70	0,6507	1,4589	0,8082	250,5	667,6	417,0	249,5	619,9	370,4	46,59																	
1,0	99,1	372,1	1,727	0,5790	0,3096	1,7607	1,4511	99,1	639,0	539,9	99,1	598,6	499,5	40,42	38	246,2	519,2	0,0534	18,71	0,6573	1,4530	0,7958	254,1	667,1	413,0	252,9	619,5	366,6	46,45																	
1,1	101,8	374,8	1,580	0,6329	0,3168	1,7532	1,4364	101,8	640,1	538,3	101,8	599,4	497,6	40,68	40	249,2	522,2	0,0507	19,73	0,6637	1,4474	0,7837	257,4	666,6	409,2	256,3	619,1	362,9	46,30																	
1,2	104,2	377,2	1,457	0,6865	0,3235	1,7464	1,4229	104,3	641,1	536,7	104,3	600,1	495,8	40,91	42	252,1	525,1	0,0482	20,76	0,6698	1,4418	0,7721	260,7	666,0	405,3	259,5	618,6	359,1	46,14																	
1,3	106,6	379,6	1,352	0,7399	0,3297	1,7401	1,4105	106,7	642,0	535,3	106,6	600,8	494,2	41,12	44	254,9	527,9	0,0459	21,80	0,6757	1,4365	0,7609	263,9	665,5	401,6	262,5	618,2	355,7	45,97																	
1,4	108,7	381,7	1,261	0,7931	0,3354	1,7343	1,3989	108,9	642,8	533,9	108,8	601,5	492,6	41,31	46	257,6	530,6	0,0438	22,84	0,6813	1,4314	0,7500	266,9	664,8	397,9	265,5	617,6	352,1	45,79																	
1,5	110,8	383,8	1,182	0,846	0,3408	1,7289	1,3880	110,9	643,6	532,7	110,9	602,1	491,3	41,49	48	260,2	533,2	0,0418	23,89	0,6868	1,4264	0,7398	269,8	664,1	394,3	268,4	617,1	348,7	45,61																	
1,6	112,7	385,7	1,113	0,898	0,3460	1,7238	1,3778	112,9	644,3	531,4	112,9	602,6	489,7	41,67	50	262,7	535,7	0,0401	24,96	0,6921	1,4215	0,7294	272,7	663,4	390,7	271,2	616,5	345,2	45,41																	
1,8	116,3	389,3	0,997	1,003	0,3554	1,7146	1,3596	116,6	645,7	529,1	116,5	603,7	487,1	41,98	55	268,7	541,7	0,0362	27,65	0,7046	1,4098	0,7052	279,6	661,5	381,9	277,9	614,9	337,0	44,91																	
2,0	119,6	392,6	0,903	1,107	0,3639	1,7063	1,3424	119,9	646,6	527,0	119,8	604,6	484,7	42,26	60	274,3	547,3	0,0329	30,41	0,7162	1,3987	0,6828	286,1	659,5	373,5	284,2	613,3	329,1	44,35																	
2,2	122,6	395,6	0,826	1,210	0,3717	1,6988	1,3271	123,0	648,0	525,0	122,9	605,4	482,5	42,51	65	279,6	552,6	0,0301	33,23	0,7270	1,3882	0,6612	292,2	657,5	365,3	290,2	611,7	321,5	43,77																	
2,4	125,5	398,5	0,762	1,313	0,3789	1,6920	1,3131	125,8	649,0	523,1	125,8	606,2	480,4	42,75	70	284,5	557,5	0,0277	36,12	0,7371	1,3781	0,6410	298,0	655,3	357,3	295,8	609,9	314,1	43,16																	
2,6	128,1	401,1	0,707	1,415	0,3856	1,6857	1,3001	128,5	649,9	521,4	128,5	606,9	478,4	42,96	75	289,2	562,2	0,0256	39,08	0,7467	1,3684	0,6217	303,5	653,0	349,5	301,1	608,0	306,9	42,52																	
2,8	130,5	403,5	0,659	1,517	0,3919	1,6799	1,2880	131,0	650,8	519,7	131,0	607,5	476,6	43,16	80	293,6	566,6	0,0237	42,13	0,7557	1,3591	0,6033	308,8	650,6	341,8	306,2	606,1	299,9	41,87																	
3,0																																														

## TRANSFORMAÇÕES DO VAPOR SATURADO

### a) Transformação isotérmica

As isotermas são também linhas de pressão constante.

Na expansão do volume de  $v_1$  a  $v_2$  a proporção de vapor varia de  $x_1$  a

$$x_2 : v_2 - v_1 = (x_2 - x_1)(v'' - v') \approx (x_2 - x_1)v'$$

O trabalho será:  $\mathcal{G} = P(v_2 - v_1) = P(x_2 - x_1)(v'' - v')$  kgm/kg

É a quantidade de calor que deve ser adicionada.

$$q = AP(v'' - v')(x_2 - x_1) + p(x_2 - x_1) = r(x_2 - x_1) \text{ kcal/kg}$$

No diagrama PV, as isotermas são retas paralelas ao eixo das abscissas.

### b) Transformação adiabática

A entropia permanece constante:  $s_1 = s_2 = s'_1 + \frac{x_1 r_1}{T_1} = s'_2 + \frac{x_2 r_2}{T_2}$

O trabalho absoluto do vapor se desenvolve às custas da energia interna:

$$\Delta \mathcal{G} = u_1 - u_2 = i'_1 + x_1 p_1 - i'_2 - x_2 p_2 \text{ kcal/kg}$$

O trabalho da máquina é:  $\Delta \mathcal{G} = i_1 - i_2 = i'_1 + x_1 r_1 - i'_2 - x_2 r_2 \text{ kcal/kg}$

Até 25 kg/cm<sup>2</sup>, a linha de expansão do vapor da água seca pode ser considerado como politrôpica com expoente 1,35

c) Transformação a x constante: a umidade do vapor permanece constante.

Para vapor de água (se  $x \geq 0,50$  e pressões até 20 kg/cm<sup>2</sup>) pode-se tomar:

$$v^{1,045} P = \text{const. ou } P^{0,957} v = 1,787 x$$

As linhas são politrôpicas.

Para vapor seco ( $x=1$ ):  $P^{0,957} v'' = 1,778$  ou  $v^{1,045} P = 1,825$

Esta fórmula pode fornecer o volume específico ou a densidade do vapor saturado seco.

As linhas correspondentes a  $x=0$  e  $x=1$  se chamam curvas-limite porque limitam a zona de saturação. Nos diagramas, as curvas a x cte são traçadas dividindo-se em partes iguais as isotermas compreendidas entre as curvas-limite e unindo os pontos correspondentes.

d) Transformação a volume constante

$$v' + x(v'' - v') = \text{cte} \quad x_1(v_1'' - v_1') = x_2(v_2'' - v_2')$$

$$Q = m(u'_2 + x_2 p_2 - u'_1 - x_1 p_1)$$

t °C	P kg/cm <sup>2</sup>	v' m <sup>3</sup> /kg	v'' m <sup>3</sup> /kg	g'' kg/m <sup>3</sup>	e' %	s'' kcal/kg	$\frac{s''-s'}{T}$	i' kcal	i'' kcal	r kcal	u' kcal	u'' kcal	p kcal	ψ kcal
0	0,0062	0,0010	206,5	0,0049	0	2,1800	2,1800	0	595,0	595,0	0	564,9	564,9	30,11
5	0,0089	0,0010	147,1	0,0068	0,0182	2,1493	2,1311	5,0	597,3	592,3	5,0	566,6	561,6	30,65
10	0,0125	0,0010	106,4	0,0094	0,0361	2,1200	2,0839	10,0	599,6	589,6	10,0	568,4	558,4	31,20
15	0,0174	0,0010	77,9	0,0128	0,0536	2,0920	2,0384	15,0	602,0	587,0	15,0	570,3	555,3	31,74
20	0,0238	0,0010	57,8	0,0173	0,0708	2,0652	1,9944	20,0	604,3	584,3	20,0	572,0	552,0	32,29
25	0,0323	0,0010	43,40	0,0230	0,0877	2,0396	1,9519	25,0	606,6	581,6	25,0	573,8	548,8	32,83
30	0,0433	0,0010	32,93	0,0304	0,1043	2,0151	1,9108	30,0	608,9	578,9	30,0	575,5	545,5	33,37
35	0,0573	0,0010	25,25	0,0396	0,1207	1,9916	1,8709	35,0	611,2	576,2	35,0	577,3	542,3	33,91
40	0,0752	0,0010	19,55	0,0511	0,1367	1,9691	1,8324	40,0	613,5	573,5	40,0	579,1	539,1	34,44
45	0,0977	0,0010	15,28	0,0654	0,1526	1,9475	1,7949	45,0	615,7	570,7	45,0	580,7	535,7	34,98
50	0,1258	0,0010	12,054	0,0830	0,1682	1,9268	1,7586	50,0	618,0	568,0	50,0	582,5	532,5	35,50
55	0,1605	0,0010	9,589	0,1043	0,1835	1,9070	1,7235	55,0	620,2	565,2	55,0	584,2	529,2	36,03
60	0,2031	0,0010	7,687	0,1301	0,1986	1,8880	1,6894	60,0	622,5	562,5	60,0	585,9	525,9	36,55
65	0,2550	0,0010	6,209	0,1611	0,2136	1,8696	1,6560	65,0	624,7	559,7	65,0	587,6	522,6	37,07
70	0,3177	0,0010	5,052	0,1979	0,2283	1,8519	1,6236	70,0	626,8	556,8	70,0	589,2	519,2	37,58
75	0,393	0,0010	4,139	0,2416	0,2427	1,8348	1,5921	75,0	629,0	554,0	75,0	590,9	515,9	38,09
80	0,483	0,0010	3,414	0,2929	0,2570	1,8184	1,5614	80,0	631,1	551,2	80,0	592,6	512,6	38,59
85	0,590	0,0010	2,832	0,3531	0,2711	1,8025	1,5314	85,0	633,2	548,2	85,0	594,1	509,1	39,08
90	0,715	0,0010	2,365	0,4229	0,2848	1,7873	1,5024	90,0	635,3	545,3	90,0	595,7	505,7	39,57
95	0,862	0,0010	1,985	0,5039	0,2986	1,7724	1,4738	95,0	637,4	542,4	95,0	597,4	502,4	40,04
100	1,033	0,0010	1,675	0,5970	0,3121	1,7582	1,4461	100,0	639,4	539,4	100,0	598,9	498,9	40,51
105	1,232	0,0010	1,421	0,7036	0,3255	1,7443	1,4188	105,1	641,3	536,3	105,1	600,3	495,2	40,97
110	1,461	0,0010	1,212	0,8204	0,3388	1,7309	1,3922	110,1	643,3	533,1	110,1	601,8	491,7	41,42
115	1,724	0,0010	1,038	0,9635	0,3519	1,7180	1,3660	115,2	645,2	530,0	115,2	603,3	488,1	41,87
120	2,025	0,0010	0,893	1,1199	0,3649	1,7053	1,3404	120,3	647,0	526,7	120,2	604,7	484,4	42,29
125	2,367	0,0011	0,7715	1,296	0,3778	1,6931	1,3153	125,4	648,8	523,5	125,3	606,1	480,8	42,71
130	2,755	0,0011	0,6693	1,494	0,3905	1,6812	1,2907	130,5	650,6	520,1	130,4	607,4	477,0	43,11
135	3,192	0,0011	0,5831	1,715	0,4031	1,6696	1,2666	135,6	652,3	516,7	135,5	608,7	473,2	43,51
140	3,685	0,0011	0,5096	1,962	0,4155	1,6583	1,2427	140,7	653,9	513,2	140,6	610,0	469,3	43,88
145	4,238	0,0011	0,4469	2,238	0,4279	1,6472	1,2194	145,9	655,5	509,6	145,8	611,2	465,4	44,24
150	4,855	0,0011	0,3933	2,543	0,4401	1,6364	1,1963	151,0	657,0	506,0	150,9	612,3	461,4	44,59
155	5,542	0,0011	0,3472	2,880	0,4522	1,6259	1,1737	156,2	658,5	502,3	156,1	613,4	457,4	44,92
160	6,303	0,0011	0,3075	3,252	0,4642	1,6156	1,1514	161,4	659,9	498,5	161,2	614,5	453,2	45,23
165	7,147	0,0011	0,2731	3,662	0,4761	1,6054	1,1293	166,6	661,2	494,6	166,4	615,5	449,1	45,53
170	8,080	0,0011	0,2431	4,113	0,4879	1,5954	1,1075	171,8	662,4	490,6	171,6	616,4	444,8	45,79
175	9,10	0,0011	0,2171	4,605	0,4996	1,5856	1,0860	177,1	663,5	486,5	176,8	617,2	440,4	46,05
180	10,23	0,0011	0,1944	5,145	0,5112	1,5760	1,0648	182,3	664,6	482,3	182,0	618,0	436,0	46,27
185	11,45	0,0011	0,1744	5,734	0,5227	1,5665	1,0438	187,6	665,5	477,9	187,3	618,7	431,5	46,48
190	12,80	0,0011	0,1568	6,378	0,5342	1,5570	1,0228	192,9	666,4	473,5	192,5	619,4	426,8	46,66
195	14,26	0,0012	0,1413	7,078	0,5455	1,5476	1,0022	198,2	667,1	468,9	197,8	619,9	422,1	46,81

t	P	v'	v''	g''	s'	s''	$\frac{s''-s'}{T}$	i'	i''	r	u'	u''	ρ	ψ
°C	kg/cm²	m³/kg	m³/kg	kg/m³									kcal	kcal
200	15,85	0,0012	0,1276	7,840	0,5567	1,5383	0,9816	203,5	667,7	464,2	203,1	620,4	417,3	46,93
205	17,58	0,0012	0,1154	8,667	0,5679	1,5291	0,9612	208,9	668,2	459,3	208,4	620,7	412,3	47,02
210	19,55	0,0012	0,1045	9,567	0,5790	1,5198	0,9408	214,3	668,6	454,4	213,8	621,1	407,3	47,08
215	21,48	0,0012	0,0949	10,540	0,5901	1,5107	0,9206	219,7	668,9	449,2	219,1	621,2	402,1	47,11
220	23,66	0,0012	0,0862	11,600	0,6010	1,5015	0,9005	225,1	669,0	443,9	224,5	621,2	396,8	47,11
225	26,00	0,0012	0,0785	12,74	0,6118	1,4923	0,8805	230,6	669,0	438,4	229,9	621,2	391,3	47,07
230	28,53	0,0012	0,0715	13,98	0,6227	1,4831	0,8604	236,1	668,8	432,7	235,3	621,0	385,7	46,99
235	31,23	0,0012	0,0653	15,31	0,6335	1,4738	0,8404	241,6	668,4	426,8	240,7	620,7	380,0	46,86
240	34,13	0,0012	0,0597	16,76	0,6442	1,4646	0,8204	247,1	668,0	420,8	246,2	620,2	374,1	46,71
245	37,24	0,0013	0,0546	18,32	0,6548	1,4552	0,8004	252,7	667,3	414,5	251,6	619,6	368,0	46,51
250	40,55	0,0013	0,0500	20,01	0,6654	1,4458	0,7804	258,3	666,4	408,1	257,1	619,0	361,8	46,26
255	44,08	0,0013	0,0458	21,84	0,6759	1,4363	0,7604	264,0	665,4	401,4	262,7	618,1	355,5	45,96
260	47,85	0,0013	0,0420	23,83	0,6864	1,4267	0,7403	269,6	664,2	394,5	268,2	617,1	348,9	45,62
265	51,86	0,0013	0,0385	25,95	0,6968	1,4170	0,7202	275,3	662,7	387,4	273,8	615,9	342,2	45,24
270	56,11	0,0013	0,0354	28,27	0,7072	1,4073	0,7001	281,1	661,2	380,1	279,4	614,7	335,3	44,77
275	60,63	0,0013	0,0325	30,76	0,7176	1,3974	0,6798	286,9	659,4	372,5	285,0	613,2	328,2	44,27
280	65,42	0,0013	0,0299	33,47	0,7278	1,3873	0,6595	292,7	657,3	364,6	290,6	611,5	320,9	43,73
285	70,49	0,0014	0,0275	36,42	0,7381	1,3772	0,6391	298,5	655,1	356,5	296,3	609,8	313,5	43,09
290	75,88	0,0014	0,0252	39,60	0,7483	1,3668	0,6185	304,4	652,6	348,1	302,0	607,7	305,7	42,42
295	81,58	0,0014	0,0232	43,09	0,7589	1,3562	0,5977	310,4	649,8	339,5	307,7	605,5	297,8	41,67
300	87,6	0,0014	0,0213	46,93	0,7690	1,3454	0,5763	316,6	646,8	330,2	313,9	603,3	289,4	40,83
305	94,0	0,0014	0,0198	51,06	0,7797	1,3345	0,5548	322,9	643,6	320,7	319,7	600,5	280,7	39,94
310	100,7	0,0015	0,0180	55,59	0,7904	1,3234	0,5330	329,3	640,1	310,8	325,9	597,7	271,8	38,98
315	107,8	0,0015	0,0165	60,53	0,8014	1,3122	0,5108	336,0	636,4	300,3	332,3	594,7	262,4	37,94
320	115,2	0,0015	0,0152	65,95	0,8128	1,3009	0,4881	343,0	632,5	289,5	338,0	591,6	252,7	36,81
325	123,0	0,0016	0,0140	71,92	0,8241	1,2891	0,4659	350,0	628,1	278,1	345,6	588,1	242,5	35,60
330	131,3	0,0016	0,0127	78,53	0,8360	1,2772	0,4412	357,5	623,5	266,0	352,6	584,3	231,8	34,28
335	139,9	0,0016	0,0116	85,84	0,8482	1,2651	0,4169	365,2	618,7	253,9	359,9	580,5	220,6	32,88
340	148,0	0,0017	0,0106	93,98	0,8608	1,2526	0,3918	373,3	613,5	240,2	367,5	576,4	208,8	31,35
345	158,6	0,0017	0,0097	103,0	0,8735	1,2391	0,3657	381,7	607,7	226,0	375,4	571,7	196,3	29,67
350	168,6	0,0018	0,0088	113,2	0,8874	1,2250	0,3376	390,8	601,1	210,3	383,8	566,4	182,6	27,76
355	179,2	0,0018	0,0080	124,6	0,9032	1,2091	0,3059	401,0	593,1	192,1	393,4	560,1	166,7	25,41
360	190,3	0,0019	0,0072	139,6	0,9214	1,1906	0,2692	413,0	583,4	170,4	404,5	552,4	147,9	22,52
365	202,0	0,0020	0,0065	153,1	0,9450	1,1670	0,2220	428,5	570,1	141,6	418,9	542,0	123,1	18,56
370	214,5	0,0023	0,0058	171,0	0,9791	1,1327	0,1536	451,0	549,8	98,8	439,7	525,7	86,0	12,80
374	225	0,0031	0,0031	322,6	1,0558	1,0558	0	501,1	501,1	0	484,8	484,8	0	0

# VAPOR SUPERAQUECIDO

## VAPOR SUPERAQUECIDO

Se ao vapor saturado seco adicionamos calor, à pressão constante, o volume e a temperatura aumentam: o vapor se converte em superaquecido. Neste estado, seu comportamento se aproxima dos gases.

Para calcular o volume, o calor e a entropia do vapor superaquecido, usam-se as seguintes fórmulas de

Mollier:

$$v = 47,1 \frac{T}{P} - \alpha_1 - \alpha_2 \left( \frac{P}{100} \right)^2$$

$$i = 0,47t - \delta_1 P - \delta_2 \left( \frac{P}{100} \right)^3 + 595$$

$$s = 0,47 \ln T - 0,1103 \ln P - \beta_1 P - \beta_2 \left( \frac{P}{100} \right)^3$$

Os coeficientes dependem só da temperatura e podem ser tomadas das tabelas abaixo.

$$\alpha_1 = \frac{2}{\left( \frac{T}{100} \right)^{\frac{10}{3}}} \quad \delta_1 = \frac{202,96}{\left( \frac{T}{100} \right)^{\frac{10}{3}}} \quad \beta_1 = \frac{1,5613}{\left( \frac{T}{100} \right)^{\frac{12}{3}}}$$

$$\alpha_2 = \frac{1,9 \times 10^6}{\left( \frac{T}{100} \right)^{16}} \quad \delta_2 = \frac{2,2248 \times 10^{12}}{\left( \frac{T}{100} \right)^{14}} \quad \beta_2 = \frac{2,0765 \times 10^{10}}{\left( \frac{T}{100} \right)^{15}}$$

As fórmulas para v, i e s podem ser aplicadas para pressões até 150 kg/cm², até o limite de saturação; para temperaturas superiores a 400° podem ser também para pressões mais elevadas.

A energia do vapor superaquecido é fornecida por

$$u = i - APv$$

Para pressões até 25 kg/cm², as equações de expansão adiabática para os gases, são válidas fazendo k=1,3:

$$\frac{P}{T^{\frac{1}{1,3}}} = \text{cte} \quad V^{0,3} T = \text{cte} \quad V^{1,3} P = \text{cte}$$

A quantidade de calor necessária para elevar a uma temperatura dada 1kg de vapor saturado à pressão constante (calor de superaquecimento) é obtida calculando o calor do vapor superaquecido e deduzindo o calor do vapor saturado i" que corresponde à pressão dada:  $Q_r = i - i''$

O problema pode ser resolvido com o emprego da tabela abaixo ou do gráfico de Mollier da página ao lado.

t	$\alpha_1$	$\beta_1$	$\delta_1$	$\alpha_2$	$\beta_2$	$\delta_2$
0	0,070	0,0201	7,1	...	...	...
10	0,062	0,0172	6,3	...	...	...
20	0,056	0,0148	5,6	...	...	...
30	0,050	0,0128	5,0	...	...	...
40	0,045	0,0111	4,5	...	...	...
50	0,040	0,0097	4,1	...	...	...
60	0,036	0,0085	3,7	...	...	...
70	0,033	0,0075	3,3	...	...	...
80	0,030	0,0066	3,0	...	...	...
90	0,027	0,0059	2,7	...	...	...
100	0,0249	0,00520	2,52	1,90	52	22000
110	0,0228	0,00464	2,31	1,30	37	15000
120	0,0209	0,00415	2,12	0,91	25	10000
130	0,0192	0,00372	1,95	0,64	17	7000
140	0,0177	0,00335	1,80	0,45	12	5000
150	0,0163	0,00302	1,66	0,323	8,40	3800
160	0,0151	0,00273	1,53	0,233	5,90	2700
170	0,0140	0,00247	1,42	0,169	4,20	2000
180	0,0130	0,00224	1,32	0,124	2,99	1500
190	0,0121	0,00204	1,23	0,091	2,16	1100
200	0,01126	0,001859	1,143	0,0677	1,565	790
210	0,01050	0,001698	1,066	0,0505	1,143	590
220	0,00981	0,001553	0,995	0,0379	0,841	444
230	0,00917	0,001423	0,931	0,0286	0,622	335
240	0,00859	0,001307	0,872	0,0217	0,463	254

t	$\alpha_1$	$\beta_1$	$\delta_1$	$\alpha_2$	$\beta_2$	$\delta_2$
250	0,00805	0,001202	0,817	0,01657	0,3470	194,0
260	0,00756	0,001108	0,767	0,01271	0,2610	149,0
270	0,00711	0,001022	0,721	0,00980	0,1974	114,8
280	0,00669	0,000944	0,679	0,00760	0,1501	89,0
290	0,00630	0,000874	0,639	0,00591	0,1147	69,2
300	0,00594	0,000809	0,603	0,00462	0,0881	54,1
310	0,00561	0,000751	0,569	0,00363	0,0680	42,5
320	0,00530	0,000698	0,538	0,00286	0,0527	33,5
330	0,00501	0,000649	0,509	0,00226	0,0410	26,5
340	0,00474	0,000604	0,482	0,00180	0,0320	21,0
350	0,00450	0,000563	0,456	0,001431	0,02512	16,76
360	0,00426	0,000526	0,433	0,001145	0,01978	13,41
370	0,00405	0,000491	0,411	0,000919	0,01564	10,77
380	0,00384	0,000459	0,390	0,000741	0,01240	8,67
390	0,00365	0,000430	0,371	0,000599	0,00988	7,01
400	0,00348	0,000403	0,353	0,000486	0,00789	5,69
410	0,00331	0,000378	0,336	0,000395	0,00632	4,63
420	0,00315	0,000355	0,320	0,000322	0,00509	3,77
430	0,00301	0,000334	0,305	0,000264	0,00410	3,09
440	0,00287	0,000314	0,291	0,000216	0,00332	2,53
450	0,00274	0,000296	0,278	0,000178	0,00289	2,09
460	0,00265	0,000278	0,265	0,000147	0,00219	1,72
470	0,00254	0,000263	0,254	0,000122	0,00179	1,42
480	0,00243	0,000248	0,243	0,000101	0,00146	1,18
490	0,00232	0,000234	0,232	0,000084	0,00120	0,98

P	t	i"	Calor de 1kg de vapor superaquecido a t°						
kg/cm²	Satur.		200°	250°	300°	350°	400°	450°	500°
5	151,1	657,3	683,2	708,4	733,0	757,2	781,2	805,1	828,9
6	158,1	659,3	682,0	707,6	732,4	756,8	780,9	804,8	828,7
7	164,2	660,9	680,7	706,7	731,8	756,3	780,5	804,6	828,4
8	169,6	662,3	679,4	705,9	731,1	755,8	780,2	804,3	828,2
9	174,5	663,4	678,1	705,0	730,5	755,4	779,8	804,0	828,0
10	179,0	664,4	676,8	704,1	729,9	754,9	779,5	803,7	827,8
12	187,1	665,9	673,9	702,4	728,7	754,0	778,8	803,2	827,3
14	194,1	667,0	670,8	700,5	727,4	753,1	778,0	802,6	826,9
16	200,4	667,8	...	698,6	726,1	752,1	777,3	802,0	826,4
18	206,2	668,3	...	696,7	724,8	751,2	776,6	801,5	826,0
20	211,4	668,7	...	694,6	723,5	750,2	775,9	800,9	825,5
25	222,2	669,0	...	689,0	720,1	747,8	774,1	799,5	824,4
30	232,8	668,6	...	682,7	716,5	745,4	772,3	798,1	823,3
35	241,4	667,8	...	675,6	712,6	742,8	770,4	796,7	822,2
40	249,2	666,6	...	667,4	708,4	740,2	768,5	795,3	821,1
50	262,7	663,4	...	...	699,1	734,6	764,7	792,4	818,8
60	274,3	659,5	...	...	688,1	728,5	760,6	789,4	816,5
70	284,5	655,2	...	...	675,2	721,8	756,4	786,3	814,2
80	293,6	650,6	...	...	660,1	714,4	751,9	783,2	811,8
90	301,9	645,6	...	...	...	706,2	747,1	780,0	809,4
100	309,5	640,5	...	...	...	697,1	742,1	776,7	807,0
110	316,5	635,1	...	...	...	686,0	736,6	773,2	804,5
120	323,1	629,7	...	...	...	675,7	730,9	769,6	801,9
130	329,3	624,2	...	...	...	663,4	724,7	765,8	799,3
140	335,0	618,6	...	...	...	649,5	718,0	761,9	796,6
150	340,5	612,8	...	...	...	634,4	710,9	757,8	793,9
160	345,7	606,3	...	...	...	617,7	703,3	753,5	791,1
180	355,4	592,6	...	...	...	...	686,4	744,4	785,2
200	364,2	572,8	...	...	...	...	667,0	734,3	779,0
225	374,0	501,1	...	...	...	...	638,9	720,3	770,7

# MÁQUINAS A VAPOR

## MÁQUINA A VAPOR

$p$ ,  $P$  pressão do vapor ( $\text{kg/cm}^2$ ,  $\text{kg/m}^2$ ) ao entrar na máquina

$t'$ ,  $T'$  temperatura do vapor saturado à pressão  $p$

$t$ ,  $T$  temp. do vapor ao entrar na máquina, se for superaquecido

$x$  título do vapor de admissão se for úmido

$p_a$ ,  $P_a$  contrapressão ( $\text{kg/cm}^2$ ,  $\text{kg/m}^2$ ) da atmosfera ou do condensador

$t_a$ ,  $T_a$  temp. de saturação correspondente a  $p_a$

$i$ ,  $s$  conteúdo de calor e entropia

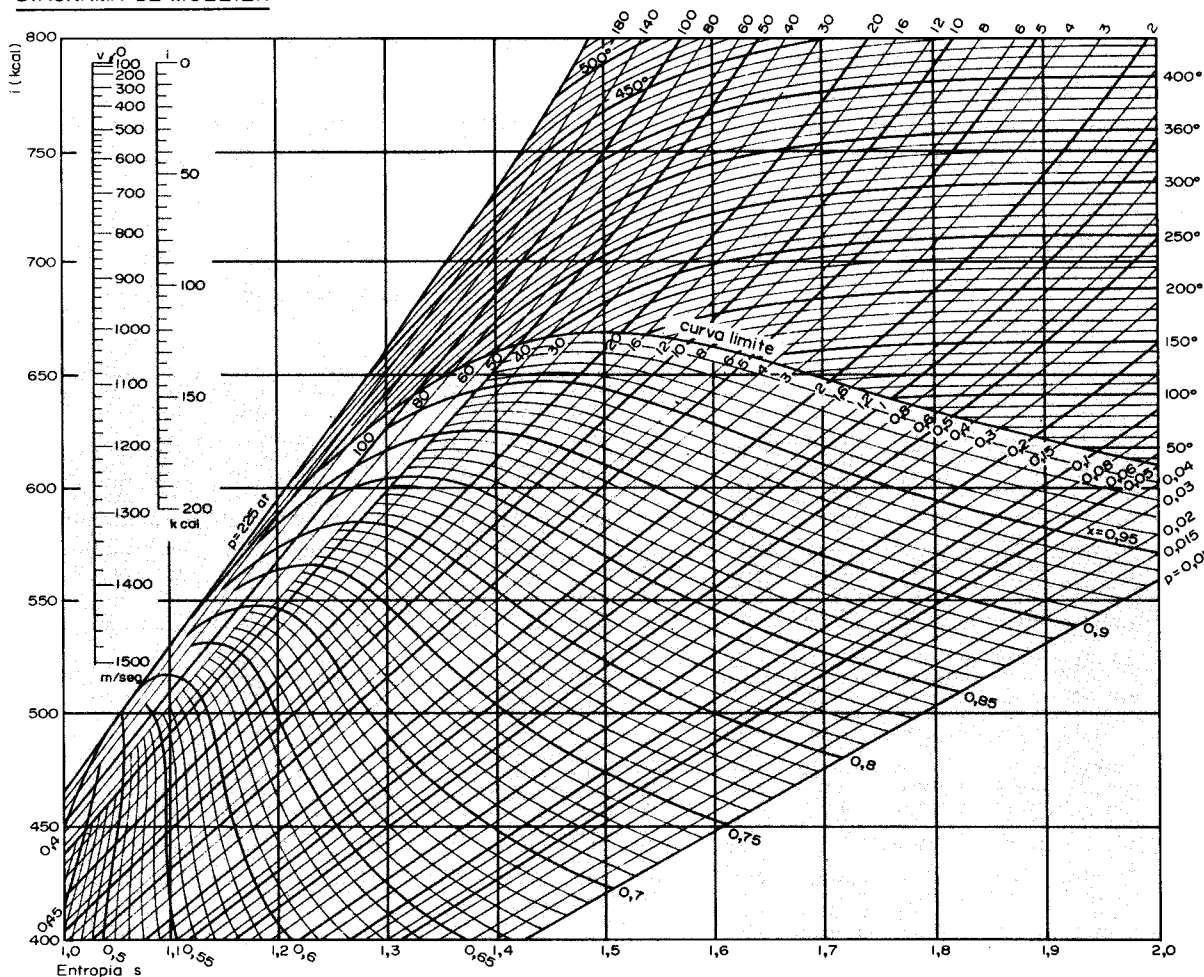
O trabalho que pode produzir 1 kg de vapor saturado seco em uma máquina ideal, é dado por:

$$A\mathcal{C} = i - i_a$$

$i_a$  = quantidade de calor consumida na expansão adiabática desde o estado inicial ( $p$ ,  $t$ ,  $x$ ) a  $p_a$

$A\mathcal{C}$  é determinado pelo diagrama de Mollier abaixo, buscando o ponto que corresponde ao estado do vapor dado; a distância vertical deste ponto à linha de contrapressão  $p_a$  é  $A\mathcal{C}$ .

## DIAGRAMA DE MOLLIER



O cálculo também pode ser feito pelas seguintes fórmulas:

a) Vapor superaquecido: se o vapor depois da expansão adiabática estiver úmido ( $s < s_a$ ).

$$A\mathcal{C} = i - i_a + T_a'(s_a'' - s)$$

b) Vapor superaquecido quando o vapor final da expansão adiabática ainda está superaquecido ( $s > s_a$ ) e  $p$  não é superior a 25 atm:

$$\mathcal{C} = \frac{k}{k-1} P v \left[ 1 - \left( \frac{p_a}{p} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right] \text{ com } k=1,3$$

c) Vapor saturado seco:  $A\mathcal{C} = i'' - i_a + T_a'(s_a'' - s)$

Consumo de vapor por cavalo-hora, na máquina ideal:

$$D = \frac{632}{A\mathcal{C}} \quad \text{e por kwh: } D_{kw} = \frac{860}{A\mathcal{C}}$$

Rendimento térmico:

$$\text{caso geral: } \eta_t = \frac{A\mathcal{C}_i}{i - t_a} \quad \text{para vapor seco: } \eta_t = \frac{A\mathcal{C}_i}{i'' - t_a}$$

$A\mathcal{C}_i$  trabalho indicado que o fluido produz (cal)

$i - t_a$  ou  $i'' - t_a$  calor gasto para vaporizar o fluido

$t_a$  = é a temp. da água de alimentação

O consumo de calor  $Q$  por cavalo-hora é:

$$Q = 632/\eta_t \quad (\text{cal})$$

Rendimento indicado  $\eta_i$  é a relação entre o trabalho indicado efetivamente obtido e o que produziria a máquina ideal isenta de perdas.

$$\eta_i = \frac{\mathcal{C}_i}{\mathcal{C}}$$

# REFRIGERAÇÃO

## MÁQUINAS FRIGORÍFICAS

Uma máquina frigorífica consta essencialmente de: compressor, condensador e vaporizador.

O fluido agente é em geral amoníaco, anidrido carbônico ou anidrido sulfuroso. O agente transmissor de frio pode ser a salmoura.

A equação fundamental é:

$$Q = Q_0 + A\mathcal{C}$$

$A\mathcal{C}$  (kcal) = trabalho do compressor

$Q$  = calor de condensação cedido à água

$Q_0$  = calor de vaporização roubado da salmoura

O rendimento é:  $\eta = \frac{Q_0}{A\mathcal{C}}$

Potência específica de refrigeração  $K = 632 \eta$  ou frio obtido por cavalo-hora.

O trabalho absorvido por um compressor ideal (compressão adiabática de  $p_0$  a  $p$ ) por kg de vapor é:  $A\mathcal{C} = i_2 - i_1$ , sendo  $s_2 = s_1$ .

a) Se o êmbolo aspira vapor seco, verifica-se:

$$A\mathcal{C} = \frac{k}{k-1} A p_0 v_0 \left[ \left( \frac{p}{p_0} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right] \quad k=1,3 \text{ para } \text{NH}_3 \text{ e } \text{SO}_2$$

b) Se o êmbolo aspira vapor úmido.

$$A\mathcal{C} = i'' - i_0'' + T_0 (S_0'' - S'')$$

A quantidade de calor cedido ao condensador:

$Q = i_2 - i_3$  sendo  $i_2 = i_1 + A\mathcal{C}$  sendo que  $i_3$  é fornecido pelas tabelas ao lado onde se lê  $i'$ .

Ao passar pela válvula reguladora, temos:

$$i_3 = i_4 \quad i_3 = i_0' + x_4 r_0 \text{ de onde se deduz } x_4$$

O poder refrigerante da máquina será:

$$Q_0 = i_1 - i_4 = i_1 - i_3 \quad i_1 = i_0' + x_1 r_0$$

O balanço térmico do ciclo exige que  $Q = Q_0 + A\mathcal{C}$

## COMPRESSÃO ADIABÁTICA DO VAPOR SECO SATURADO DE ANIDRIDO CARBÔNICO

No caso do anidrido carbônico não se pode calcular o valor de  $A\mathcal{C}$  pela fórmula indicada para vapor seco, dada a proximidade do ponto crítico.

A tabela abaixo fornece o trabalho de compressão e a temperatura  $t_2$ .

$t_1$	$p \rightarrow$ kg/cm <sup>2</sup>	60	70	80	90	100
-50	$A\mathcal{C}$ $t_2$	25,0 95,3	27,25 107,1	29,25 118,5	31,05 127,8	32,6 136,3
-45	$A\mathcal{C}$ $t_2$	22,2 87,2	24,3 99,0	26,25 110,0	28,05 119,5	29,8 127,8
-40	$A\mathcal{C}$ $t_2$	19,65 80,0	21,65 91,5	23,5 102,1	25,25 111,3	26,8 119,8
-35	$A\mathcal{C}$ $t_2$	17,4 73,5	19,4 85,0	21,1 95,5	22,8 105,0	24,3 113,1
-30	$A\mathcal{C}$ $t_2$	15,2 67,4	17,1 78,8	18,85 89,6	20,4 98,3	21,8 106,5
-25	$A\mathcal{C}$ $t_2$	13,25 61,5	15,1 72,8	16,75 83,2	18,3 92,5	19,7 100,6

$t_1$	$p \rightarrow$ kg/cm <sup>2</sup>	60	70	80	90	100
-20	$A\mathcal{C}$ $t_2$	11,15 56,3	13,0 68,0	14,65 78,4	16,2 87,5	17,65 95,4
-15	$A\mathcal{C}$ $t_2$	9,45 51,3	11,2 62,8	12,8 73,3	14,3 82,5	15,65 90,5
-10	$A\mathcal{C}$ $t_2$	7,85 47,0	9,55 58,4	11,1 68,9	12,5 78,0	13,8 86,0
-5	$A\mathcal{C}$ $t_2$	6,25 42,6	7,9 53,9	9,35 64,1	10,65 73,5	11,9 81,9
0	$A\mathcal{C}$ $t_2$	4,55 38,0	6,1 49,5	7,5 60,0	8,75 69,2	9,9 77,4

$p$  = pressão final da compressão

$t_1$  = temperatura inicial

$t_2$  = temperatura final

$A\mathcal{C}$  = trabalho do compressor para 1 kg de anidrido carbônico

## QUANTIDADE DE CALOR $i_3$ DO ANIDRIDO CARBÔNICO

### ANTES DA VÁLVULA REGULADORA

Com  $i_3$  pode-se calcular também para este vapor  $Q$ ,  $Q_0$  e  $x_4$ .

$t_3$	$\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} p$	60	70	80	90	100
10		105,5	105,0	104,7	104,4	104,2
15		108,9	108,1	107,7	107,4	107,1
20		113,6	111,9	111,1	110,6	110,1
25		...	117,0	115,2	114,1	113,4
30		...	...	120,7	118,4	117,0

## VAPOR SATURADO DE ANIDRIDO SULFUROSO $\text{SO}_2$

$$c = 0,3194 + 0,00117 t$$

$$s' = 1,00117 t$$

$$\frac{r}{t} = 0,3327 - 0,002324 t$$

$$v' = 0,0007$$

temp. $t$ °C	pressão $p$ kg/cm <sup>2</sup>	volume $v''$ m <sup>3</sup> /kg	peso esp $\rho''$ kg/m <sup>3</sup>	quantidade de calor		calor de vaporiz. $r$ kcal/kg	entropia		$\frac{r}{t}$ = $s'' - s'$ kcal/kg
				do líquido $i'$ kcal/kg	do vapor $i''$ kcal/kg		do líquido $s'$ kcal/kg	do vapor $s''$ kcal/kg	
-30	0,39	0,822	1,217	90,95	188,72	97,77	0,9649	1,3672	0,4023
-25	0,51	0,643	1,556	92,38	189,28	96,91	0,9707	1,3614	0,3907
-20	0,65	0,513	1,950	93,85	189,77	95,92	0,9766	1,3557	0,3791
-15	0,83	0,416	2,406	95,34	190,16	94,82	0,9824	1,3499	0,3675
-10	1,04	0,330	3,024	96,86	190,46	93,60	0,9883	1,3442	0,3559
-5	1,29	0,270	3,708	98,42	190,69	92,27	0,9941	1,3385	0,3443
0	1,58	0,223	4,490	100,00	190,82	90,82	1,0000	1,3327	0,3327
+5	1,93	0,184	5,443	101,61	190,86	89,25	1,0059	1,3269	0,3210
+10	2,34	0,152	6,592	103,25	190,81	87,56	1,0117	1,3212	0,3094
+15	2,81	0,127	7,893	104,92	190,68	85,76	1,0176	1,3154	0,2978
+20	3,35	0,107	9,372	106,62	190,47	83,85	1,0234	1,3096	0,2862
+25	3,96	0,090	11,148	108,35	190,17	81,82	1,0293	1,3039	0,2746
+30	4,67	0,076	13,210	110,11	189,78	79,67	1,0351	1,2981	0,2629
+35	5,46	0,065	15,456	111,90	189,30	77,40	1,0410	1,2923	0,2513
+40	6,35	0,055	18,282	113,71	188,74	75,03	1,0468	1,2865	0,2397

# VAPOR SATURADO DE AMONÍACO NH<sub>3</sub>

temp.	pressão abs.	volume		peso espec.		quant. calor		calor de vaporiz.	entropia		$\frac{r}{T} = \frac{s'' - s'}{T}$
t	p	líquido v'	vapor v''	líquido ρ'	vapor ρ''	líquido i'	vapor i''	r = i'' - i'	líquido s'	vapor s''	= s'' - s'
°C	kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /kg	m <sup>3</sup> /kg	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg°	kcal/kg°	kcal/kg°
-50	0,417	0,001425	2,617	702	0,382	46,2	384,1	337,9	0,783	2,298	1,515
-45	0,556	0,001437	2,002	696	0,500	51,5	386,1	334,6	0,806	2,274	1,468
-40	0,732	0,001449	1,550	690	0,645	56,8	388,1	331,3	0,829	2,251	1,422
-35	0,950	0,001462	1,215	684	0,823	62,1	390,0	327,9	0,852	2,229	1,377
-30	1,219	0,001476	0,963	678	1,038	67,4	391,9	324,5	0,874	2,209	1,335
-25	1,546	0,001490	0,771	671	1,297	72,7	393,7	321,0	0,896	2,190	1,294
-20	1,940	0,001504	0,624	665	1,604	78,2	395,5	317,3	0,917	2,171	1,254
-15	2,410	0,001519	0,509	659	1,966	83,6	397,1	313,5	0,938	2,153	1,215
-10	2,966	0,001534	0,418	652	2,390	89,0	398,7	309,7	0,959	2,136	1,177
-5	3,619	0,001550	0,347	645	2,883	94,5	400,1	305,6	0,980	2,120	1,140
0	4,379	0,001566	0,290	639	3,452	100,0	401,5	301,5	1,000	2,104	1,104
+5	5,259	0,001583	0,244	632	4,108	105,5	402,8	297,3	1,020	2,089	1,069
+10	6,271	0,001601	0,206	625	4,859	111,1	403,9	292,8	1,040	2,074	1,034
+15	7,427	0,001619	0,175	618	5,718	116,7	405,0	288,3	1,059	2,060	1,001
+20	8,741	0,001639	0,149	610	6,694	122,4	405,9	283,5	1,079	2,046	0,967
+25	10,225	0,001659	0,128	603	7,795	128,1	406,8	278,7	1,098	2,032	0,934
+30	11,895	0,001680	0,111	595	9,034	133,8	407,4	273,6	1,117	2,019	0,902
+35	13,765	0,001702	0,096	588	10,431	139,7	408,0	268,3	1,135	2,006	0,871
+40	15,850	0,001726	0,083	580	12,005	145,5	408,4	262,9	1,154	1,993	0,839
+45	18,165	0,001750	0,073	571	13,774	151,4	408,8	257,2	1,172	1,981	0,809
+50	20,727	0,001777	0,064	563	15,756	157,4	408,7	251,3	1,190	1,968	0,778

# VAPOR SATURADO DE ANIDRIDO CARBÔNICO CO<sub>2</sub>

temp.	pressão abs.	volume		peso espec.		quant. calor		calor de vaporiz.	entropia		$\frac{r}{T} = \frac{s'' - s'}{T}$
t	p	líquido v'	vapor v''	líquido ρ'	vapor ρ''	líquido i'	vapor i''	r = i'' - i'	líquido s'	vapor s''	= s'' - s'
°C	kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /kg	m <sup>3</sup> /kg	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg°	kcal/kg°	kcal/kg°
-50	6,97	0,867	55,407	1153,5	18,1	75,01	155,57	80,56	0,9020	1,2631	0,3611
-45	8,49	0,881	45,809	1134,5	21,8	77,30	155,89	78,59	0,9120	1,2565	0,3445
-40	10,25	0,897	38,164	1115,0	26,2	79,59	156,17	76,58	0,9218	1,2503	0,3285
-35	12,26	0,913	32,008	1094,9	32,2	81,88	156,39	74,51	0,9314	1,2443	0,3129
-30	14,55	0,931	27,001	1074,2	37,0	84,19	156,56	72,37	0,9408	1,2385	0,2977
-25	17,14	0,950	22,885	1052,6	43,8	86,53	156,67	70,14	0,9501	1,2328	0,2827
-20	20,06	0,971	19,466	1029,9	51,4	88,93	156,72	67,79	0,9594	1,2272	0,2678
-15	23,34	0,994	16,609	1006,1	60,2	91,44	156,70	65,26	0,9690	1,2218	0,2528
-10	26,99	1,019	14,194	980,8	70,5	94,09	156,60	62,51	0,9787	1,2163	0,2376
-5	31,05	1,048	12,141	953,8	82,4	96,91	156,41	59,50	0,9890	1,2109	0,2219
0	35,54	1,081	10,383	924,8	96,3	100,00	156,13	56,13	1,0000	1,2055	0,2055
+5	40,50	1,120	8,850	893,1	113,0	103,10	155,45	52,35	1,0103	1,1985	0,1882
+10	45,95	1,166	7,519	858,0	133,0	106,50	154,59	48,09	1,0218	1,1917	0,1699
+15	51,93	1,223	6,323	817,9	158,0	110,10	153,17	43,07	1,0340	1,1835	0,1495
+20	58,46	1,298	5,258	770,7	190,2	114,00	151,10	37,10	1,0468	1,1734	0,1266
+25	65,59	1,417	4,167	705,8	240,0	118,80	147,33	28,53	1,0628	1,1585	0,0957
+30	73,34	1,677	2,990	596,4	334,4	125,90	140,95	15,05	1,0854	1,1351	0,0497
+31	74,96	1,156	2,156	463,9	463,9	133,50	133,50	0	1,1098	1,1098	0

# FLUÍDOS FRIGORÍGENOS

Fluidos frigorígenos	Fórmula	Ponto de ebulição pressão atm.	Pressão de liquefação a 30 °C	Temperatura crítica	Fluxo de refrigerante entre 30 e -15 °C		Deslocamento do compressor entre 30 e -15 °C	Tipo do compressor	Meio de resfriamento
		°C	psi	°C	gasoso	líquido	lb./min./ton.		
Amônia	NH <sub>3</sub>	-33	150-200	133	0,421	19,6	3,46	alternativo	água
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	-80	800-1000	31	3,6	167	0,96	alternativo	água
Dielene	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	47,8	15,8	243,3	1,75	38,3	111,2	centrífugo	água
Cloreto de etila	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> Cl	12,5	12,4	187,2	1,41	44,4	22,6	rotativo	água
Cloreto de metila	CH <sub>3</sub> Cl	-23,9	80-90	198,5	1,33	40,9	5,95	alternat./rotat.	ar/água
Cloreto de metileno	CCl <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	40	8,4	216,1	1,49	30,9	74,3	centrífugo	água
Freon 11	CCl <sub>3</sub> F	24	3,6	198	2,46	56	36,3	rotat./centríf.	água
Freon 12	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	-30	93,2	111,7	3,9	84	5,81	altern./rotat.	ar/água
Freon 21	CHCl <sub>2</sub> F	8,9	16,5	178,3	2,24	46	20,5	rotativo	ar
Freon 22	CHClF <sub>2</sub>	-40,8	60	96,1	2,89	68	3,6	alternativo	água
Freon 113	C <sub>2</sub> Cl <sub>3</sub> F <sub>3</sub>	47,5	14	214,2	3,73	66,5	100,9	centrífugo	água
Freon 114	C <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> F <sub>4</sub>	3,6	22	145,6	4,64	89,3	19,6	rotativo	ar
Isobutana	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> CH	-12	44,8	109,4	1,79	91,1	11,5	altern./rotat.	água/ar
Dióxido de enxofre	SO <sub>2</sub>	-10	50-60	157	1,4	28,6	9,1	altern./rotat.	água/ar

# SALMOURAS DE REFRIGERAÇÃO

concent. de sal anidro kg/100 kg de salmoura	Ponto de congelamento °C			Peso específico kg/litro			Calor específico cal/litro		
	Na Cl	Ca Cl <sub>2</sub>	Mg Cl <sub>2</sub>	Na Cl	Ca Cl <sub>2</sub>	Mg Cl <sub>2</sub>	Na Cl	Ca Cl <sub>2</sub>	Mg Cl <sub>2</sub>
1	-0,8	-0,5	-0,5	1,008	1,010	1,008	0,993	1,004	1,000
2	-1,5	-0,9	-0,9	1,017	1,018	1,016	0,981	1,000	0,993
3	-2,3	-1,4	-1,7	1,024	1,027	1,024	0,977	0,996	0,992
4	-3	-1,9	-2,4	1,031	1,035	1,032	0,973	0,992	0,988
5	-3,8	-2,5	-3,4	1,038	1,044	1,041	0,969	0,987	0,985
6	-4,5	-3	-4,4	1,046	1,052	1,049	0,966	0,981	0,983
7	-5,3	-3,6	-5,4	1,054	1,061	1,058	0,963	0,975	0,980
8	-6	-4,2	-6,4	1,062	1,070	1,067	0,960	0,969	0,977
9	-6,7	-4,9	-7,4	1,070	1,079	1,076	0,957	0,963	0,974
10	-7,4	-5,6	-8,5	1,079	1,089	1,085	0,954	0,956	0,971
11	-8,1	-6,3	-9,6	1,086	1,099	1,094	0,952	0,950	0,968
12	-8,9	-7	-10,8	1,093	1,109	1,103	0,950	0,944	0,965
13	-9,6	-7,8	-11,8	1,100	1,119	1,112	0,948	0,938	0,962
14	-10,3	-8,7	-12,9	1,108	1,129	1,121	0,946	0,932	0,959
15	-11	-9,6	-13,9	1,116	1,139	1,131	0,945	0,926	0,956
16	-11,7	-10,5	-15,1	1,124	1,149	1,139	0,944	0,919	0,953
17	-12,4	-11,5	-16,3	1,131	1,159	1,148	0,943	0,911	0,950
18	-13	-12,5	-17,5	1,139	1,169	1,158	0,942	0,904	0,946
19	-13,7	-13,6	-18,7	1,147	1,179	1,167	0,941	0,896	0,942
20	-14,4	-14,8	-19,9	1,156	1,189	1,176	0,941	0,889	0,938
25	-17,8	-22,1	-26	1,200	1,237	1,226	0,939	0,846	0,922
30	saturado	-36,7	-32,1	...	1,281	1,278	...	0,797	0,904
35	...	...	-38,2	...	1,325	1,333	...	0,739	0,889

## CONCEITOS

Todos os corpos são formados de partículas que se denominam moléculas. As moléculas, por sua vez, são constituídas pela reunião de átomos. A reunião de átomos de mesma espécie forma a molécula das substâncias simples, enquanto a reunião de átomos diferentes dá origem à molécula das substâncias compostas.

Os átomos podem ser de 103 tipos diferentes chamados elementos. Cada elemento tem um símbolo. O hidrogênio é H, o oxigênio é O. A molécula da água é  $H_2O$ , que significa: dois átomos de hidrogênio unidos a um átomo de oxigênio formam uma molécula de água.

Valência é o poder de combinação dos elementos para formar compostos. Algumas valências são negativas (-) e outras positivas (+). O hidrogênio tem valência +1 e o oxigênio valência -2. Por isso há necessidade de dois H para combinar com um O. ( $H^{+1}$ ,  $O^{-2}$ )

Massa atômica de um elemento é a relação entre a massa do átomo do elemento considerado e a do átomo de um isótopo de carbono fixado como 12. Assim, a massa atômica do oxigênio é ~ 16 e do hidrogênio é ~ 1.

Átomo-grama é a massa atômica expressa em gramas. Um átomo-grama do oxigênio pesa 16 g e do hidrogênio 1 g.

Massa molecular (mol) é a soma das massas atômicas dos átomos que constituem a molécula. A massa molecular da água é  $1 + 1 + 16 = 18$ .

Número de mols é a quantidade de mols existente numa massa. 36 g de água contém 2 mols ( $36 \div 18 = 2$ ).

A água contém partículas carregadas eletricamente chamadas íons: o íon hidrogênio  $H^+$  e o íon hidroxil  $OH^-$ .

Quando uma substância dissolve na água, ela se ioniza. Os íons positivos são chamados cátions e os negativos ânions. Assim uma solução de água e sal (NaCl) temos: cátions  $Na^+$  ânions  $Cl^-$

Na água pura o número de íons  $H^+$  e  $OH^-$  são iguais. A água é então, neutra. Mas algumas substâncias dissolvidas na água adicionam  $H^+$  ou  $OH^-$ . Quando adiciona  $H^+$  a água se torna ácida e quando  $OH^-$ , se torna alcalina (básica).

Para medir a acidez de uma solução usa-se uma escala, chamada pH, que vai de 0 a 14.

Uma solução neutra tem  $pH = 7$

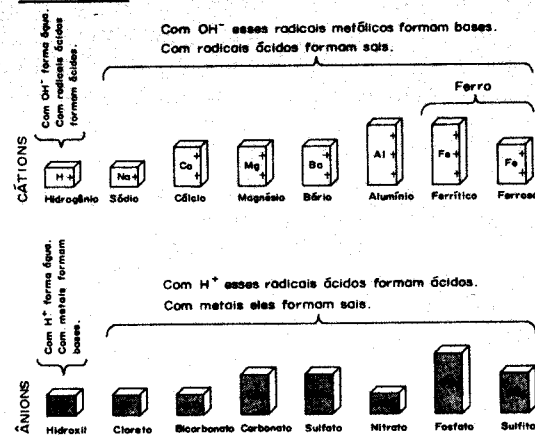
Uma solução ácida tem  $pH < 7$

Uma solução alcalina tem  $pH > 7$

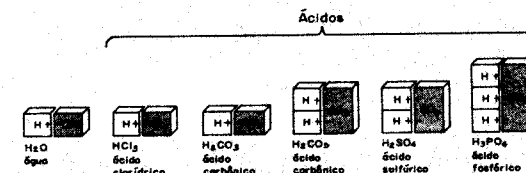
Os compostos que possuem na fórmula o cátion  $H^+$  (radical ácido) são chamados ácidos. Os compostos que possuem ânion  $OH^-$  (radical básico) são chamados bases.

Os sais são substâncias resultantes da substituição do cátion  $H^+$  de um ácido por um cátion metálico.

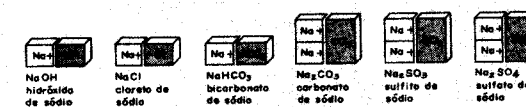
## EXEMPLOS



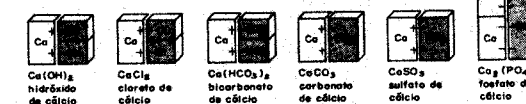
## 1 - Compostos de hidrogênio



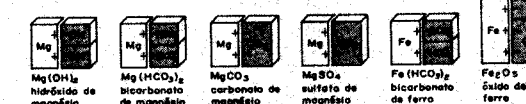
## 2 - Compostos de sódio



## 3 - Compostos de cálcio



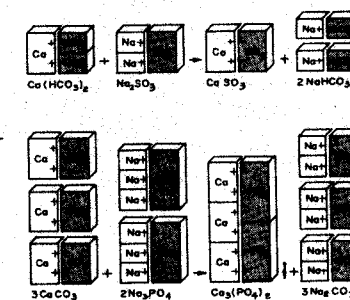
## 4 - Compostos de Magnésio e Ferro



## 5 - Reações

Os exemplos mostram como substâncias em solução trocam ânions e cátions para formar novas substâncias.

A flecha ↓ indica que o composto formado precipita.



## CONCENTRAÇÃO DAS SOLUÇÕES

Quando uma substância se dissolve, ela dispersa-se molecularmente na outra. A substância em maior quantidade chama-se solvente e a outra soluto.

Concentração  $C$  de uma solução é a relação entre a massa  $m$  do soluto e o volume  $v$  da solução:

$$C = \frac{m}{v} \quad \text{g/l, kg/l, g/cm}^3, \text{E/l ou Mol/l}$$

Se empregarmos  $E/l$ , teremos a concentração expressa em normalidade, isto é, em números de equivalentes-grama de substância por litro de solução.

No caso de ser usado  $\text{Mol/l}$ , a concentração será expressa em molaridade, isto é, em número de mols da substância por litro de solução.

A normalidade é representada por  $N$  e a molaridade por  $M$ .

Uma solução será  $1N$ , quando contiver, dissolvido em  $1l$  de solução, 1 equivalente-grama de soluto.

Uma solução será  $1M$ , quando contiver dissolvido em  $1l$  de solução, 1 mol de soluto.

Título  $T$  é a relação entre a massa do soluto e a massa total da solução.

$$T = \frac{m_{\text{soluto}}}{m_{\text{solução}}}$$

Molalidade é o número de mols de soluto por 1000g de solvente.

Fração molar de um componente da solução é a relação entre o número de mols desse componente e o número total de mols.

## EQUIVALENTE - GRAMA

1 - De um elemento: é a relação entre o átomo-grama e a valência.

Cálcio:  $\text{Ca}^{++}$

1 átomo-grama = 40    valência = +2     $E_{\text{Ca}} = 40/2 = 20$

2 - De um ácido: é a relação entre o mol e a basicidade.

Ácido sulfúrico:  $\text{H}_2\text{SO}_4$

1 mol =  $2 + 32 + 4 \times 16 = 98 \text{ g}$

basicidade = 2 (2 hidrogênios)     $E_{\text{H}_2\text{SO}_4} = 98/2 = 49 \text{ g}$

3 - De uma base: é a relação entre o mol e o número de oxidilas.

Hidróxido de alumínio:  $\text{Al}(\text{OH})_3$

1 mol =  $27 + 3(16 + 1) = 78 \text{ g}$

número de oxidilas = 3 (três OH)     $E_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 78/3 = 26 \text{ g}$

4 - De um sal: é obtido dividindo o mol pela valência total do ânion ou do cátion.

Sulfato de potássio:  $\text{K}_2\text{SO}_4$

valência total do cátion  $\text{K}^+$ ,  $\text{K}^+ = 2$

1 mol =  $2 \times 39 + 32 + 4 \times 16 = 174 \text{ g}$      $E_{\text{K}_2\text{SO}_4} = 174/2 = 87 \text{ g}$

5 - De um oxidante: é a massa de oxidante capaz de fornecer uma valência. Se um mol de oxidante fornece  $n$  valências, seu equivalente-grama será:  $E_{\text{ox}} = \text{mol}/n$

$2\text{KMnO}_4 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O} + 5\text{O}$

$\text{Mn}^{7+} \rightarrow \text{Mn}^{2+}$  Portanto, 1 mol de  $\text{KMnO}_4$  fornece 5 valências e seu equivalente-grama, como agente de oxidação é igual a  $\text{mol}/5 = 31,6 \text{ g}$ .

6 - De um redutor: é a massa de redutor capaz de receber uma valência. Chamando de  $n$  o número de valências recebidas pelo mol:  $E_{\text{red}} = \text{mol}/n$

Cloreto estanhoso  $\text{SnCl}_2$ , quando toma parte numa reação como redutor, passa a cloreto estânico. Cada átomo de estanho recebe duas valências:  $\text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{4+}$ . Como temos um átomo de estanho por molécula, tudo se passa como se na realidade cada mol de cloreto estanhoso recebesse duas valências.

$E = \text{mol}/2$ .

## ELETROQUÍMICA

Condutores são corpos através dos quais a corrente elétrica pode circular.

Isolantes: não permite a passagem da corrente.

As soluções que conduzem a eletricidade são ditas eletrólitos.

A passagem da eletricidade através de uma solução eletrolítica traz em consequência a deposição de matéria nos polos da corrente. Este fenômeno constitui a eletrólise e segue as leis de Faraday:

1ª lei: as massas depositadas nos eletrodos são proporcionais às quantidades de eletricidade que atravessam a solução.

2ª lei: as massas de diferentes eletrólitos depositadas pela mesma quantidade de eletricidade são proporcionais aos equivalentes-grama  $E$  das substâncias libertas.

Estas leis estão resumidas na fórmula:

$$m = E \cdot i \cdot t$$

$m$  = massa depositada (g)

$E$  = equivalente eletroquímico =  $\frac{E}{96500} \text{ g/coulomb}$

$i$  = intensidade da corrente (A)

$t$  = tempo da passagem da corrente (seg)

Exemplo:  $\text{Cu} = 63,57$ ,  $i = 1,5 \text{ A}$ ,  $t = 3,5 \text{ h} = 12600 \text{ seg}$

$E_{\text{Cu}} = \frac{63,57}{2} = 31,78$      $E = \frac{31,78}{96500} = 0,000329 \text{ g/coulomb}$

$m = 0,000329 \times 1,5 \times 12600 = 6,2181 \text{ g}$

Na prática a massa depositada é sempre um pouco menor.

Chama-se rendimento da corrente a relação:

$$\eta = \frac{\text{quantidade obtida}}{\text{quantidade teórica}}$$



# CLASSIFICAÇÃO PERIÓDICA DOS ELEMENTOS

Com massas atômicas referidas ao isótopo 12 do Carbono

CARÁTER METÁLICO																		NÃO METAIS										ELETRONEGATIVIDADE																																																																																																																																																															
1A																		2A										3A										4A										5A										6A										7A										0																																																																																																													
1 H 1,00797																		2 He 4,0026										3 Li 6,939										4 Be 9,0122										5 B 10,811										6 C 12,01115										7 N 14,0067										8 O 15,9994										9 F 18,9984										10 Ne 20,183																																																																																									
11 Na 22,9898																		12 Mg 24,312										13 Al 26,9815										14 Si 28,086										15 P 30,9738										16 S 32,064										17 Cl 35,453										18 Ar 39,948																																																																																																													
19 K 39,102																		20 Ca 40,08										21 Sc 44,956										22 Ti 47,90										23 V 50,942										24 Cr 51,996										25 Mn 54,938										26 Fe 55,847										27 Co 58,9332										28 Ni 58,71										29 Cu 63,54										30 Zn 65,37										31 Ga 69,72										32 Ge 72,59										33 As 74,9216										34 Se 78,96										35 Br 79,909										36 Kr 83,80									
37 Rb 85,47																		38 Sr 87,62										39 Y 88,905										40 Zr 91,22										41 Nb 92,906										42 Mo 95,94										43 Tc (99)										44 Ru 101,07										45 Rh 102,905										46 Pd 106,4										47 Ag 107,870										48 Cd 112,40										49 In 114,82										50 Sn 118,69										51 Sb 121,75										52 Te 127,60										53 I 126,9044										54 Xe 131,30									
55 Cs 132,905																		56 Ba 137,34										57-71 Série dos Lantanídeos										72 Hf 178,49										73 Ta 180,948										74 W 183,85										75 Re 186,2										76 Os 190,2										77 Ir 192,2										78 Pt 195,09										79 Au 196,967										80 Hg 200,59										81 Tl 204,37										82 Pb 207,19										83 Bi 208,980										84 Po (210)										85 At (210)										86 Rn (222)									
87 Fr (223)																		88 Ra (226)										89-103 Série dos Actínidos										METAIS										SEMIMETAIS										ELETRONEGATIVIDADE																																																																																																																																	

Número Atômico	
Símbolo	
Massa Atômica	
(*) = N° de massa do isótopo mais estável	

Série dos Lantanídeos

57 La 138,91	58 Ce 140,12	59 Pr 140,907	60 Nd 144,24	61 Pm (147)	62 Sm 150,35	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,924	66 Dy 162,50	67 Ho 164,930	68 Er 167,26	69 Tm 168,934	70 Yb 173,04	71 Lu 174,97
--------------------	--------------------	---------------------	--------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	---------------------	--------------------	---------------------	--------------------	---------------------	--------------------	--------------------

Série dos Actínidos

89 Ac (227)	90 Th 232,038	91 Pa (231)	92 U 238,03	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (254)	100 Fm (253)	101 Md (256)	102 No (253)	103 Lw (257)
-------------------	---------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

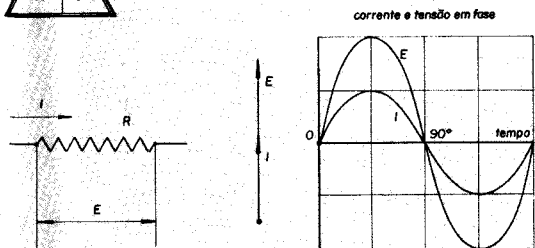
# ELETRICIDADE

## RESISTÊNCIA ELÉTRICA R

$$R = \rho \frac{l}{s} (1 + \alpha t)$$

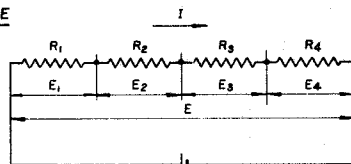
$$R = \frac{E}{I} \text{ [ohm]}$$

$l$  = comprimento do fio [m]  
 $s$  = seção do fio [mm<sup>2</sup>]  
 $t$  = temperatura [°C]  
 $\rho$  = resistência específica [Ω mm<sup>2</sup>/m]  
 $\alpha$  = coef. de temperatura [°C<sup>-1</sup>]  
 $E$  = tensão [volt]  
 $I$  = corrente [ampere]



## LIGAÇÕES DE RESISTÊNCIAS ELÉTRICAS

### a) EM SÉRIE



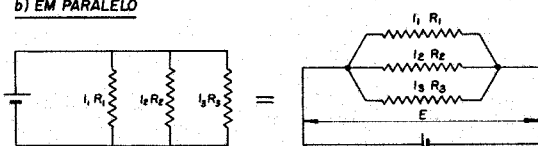
Tensões parciais:  $E_1 = IR_1$ ,  $E_2 = IR_2$ , ...

Tensão total:  $E = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + \dots$

Resistência total:  $R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots$

Corrente I: a mesma em todos resistores.

### b) EM PARALELO



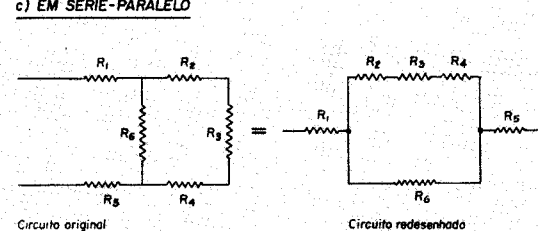
Correntes parciais:  $I_1 = \frac{E}{R_1}$ ,  $I_2 = \frac{E}{R_2}$ , ...

Corrente total:  $I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$

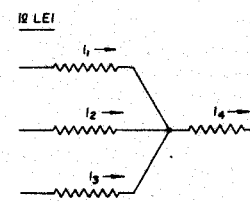
Resistência total:  $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$

Tensão E: a mesma em todos resistores.

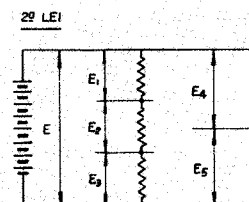
### c) EM SÉRIE-PARALELO



### d) LEIS DE KIRCHHOFF



$$I_4 = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$



$$E = E_1 + E_2 + E_3 = E_4 + E_5$$

## CORRENTE MONOFÁSICA

$$E = IR \text{ [volt]}$$

$$W = EI \cos \varphi \text{ [watt]}$$

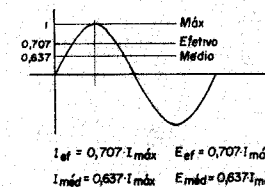
Potência ativa

$$W = EI = RI^2 \text{ [volt ampere]}$$

Potência aparente

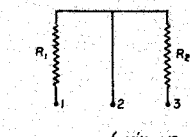
## VALOR EFETIVO DA C.A.

O valor efetivo de uma corrente alternada corresponde ao valor da corrente contínua que produz no mesmo tempo o mesmo efeito térmico ou dinâmico.



## APLICAÇÃO PRÁTICA

Corrente monofásica  $R_2 > R_1$



3 voltagens  
 4 calores

MÍN. 1/2  
 MÉD. 2/3  
 MÁX. 1/3  
 MÍN. 1/3  
 MÉD. 2/3  
 MÁX. 1-3/2

## WATTS PARA AQUECIMENTO

$$W = \frac{G (c \cdot \Delta t + L)}{T_m \cdot \eta} \text{ [watts]}$$

$\Delta t$  = temperatura de aquecimento

$c$  = calor específico [cal/kg °C]

$\eta$  = 0,5 ÷ 0,8

$G$  = Peso [kg]

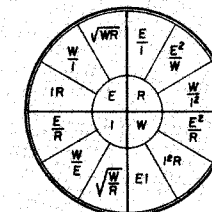
$L$  = calor latente

$T_m$  = tempo em minuto

$$1 \text{ kcal} = \frac{1}{0,860} \text{ wh} \approx 1,625 \text{ wh}$$

## FIOS

Corrente amperes	Fio fusível B & S	Cond. da rede B & S
0,25	36	18
0,5	30	18
1	26	18
2	22	18
3	21	18
5	19	18
6	18	18
10	15	16
15	13	14
20	12	14
25	11	12
30	10	10
40	8	8



$R$  = resistência [ohms]  $I$  = corrente [A]

$E$  = tensão [volt]  $W$  = potência [watt]

## CONDENSADORES (CAPACITORES)

$$C = \frac{Q}{E} \text{ [farad]}$$

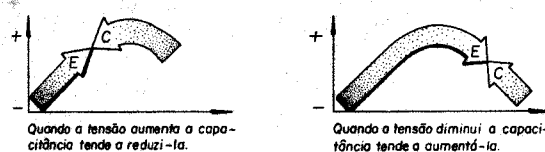
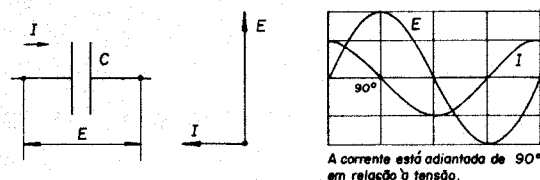
$$E = X_C \cdot I \text{ [volt]}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} \text{ [ohm]}$$

$$I = E \cdot 2\pi \cdot f \cdot C \text{ [ampere]}$$

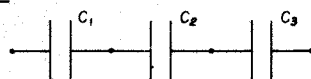
$$\left\{ \begin{array}{l} C = \text{capacitância [farad]} \\ Q = \text{carga elétrica [ampere \cdot seg]} \\ E = \text{tensão [volt]} \\ I = \text{corrente [ampere]} \\ X_C = \text{reatância capacitiva [ohms]} \\ f = \text{frequência da C.A. [ciclos/seg]} \end{array} \right.$$

microfarad =  $\mu F = 0,001 \text{ farad}$



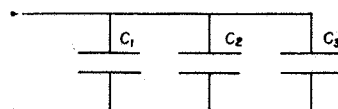
## LIGAÇÕES DE CONDENSADORES

### a) EM SÉRIE



$$\text{Capacitância total: } \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

### b) EM PARALELO



$$\text{Capacitância total: } C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

## INDUTORES (SOLENÓIDES)

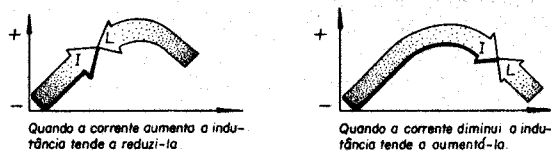
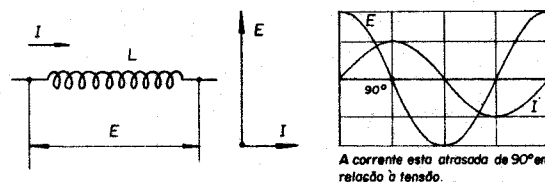
$$L = \frac{U}{I} \text{ [henry]}$$

$$E = X_L \cdot I \text{ [volt]}$$

$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L \text{ [ohm]}$$

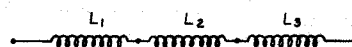
$$I = \frac{E}{2\pi \cdot f \cdot L} \text{ [ampere]}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} L = \text{indutância [henry]} \\ U = \text{impulso de tensão [volt \cdot seg]} \\ E = \text{tensão [volt]} \\ I = \text{corrente [ampere]} \\ X_L = \text{reatância indutiva [ohms]} \\ f = \text{frequência da C.A. [ciclo/seg]} \\ \Omega = \text{ohm} \end{array} \right.$$



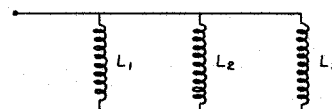
## LIGAÇÕES DE INDUTORES

### a) EM SÉRIE



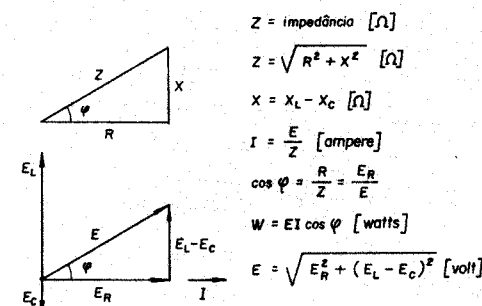
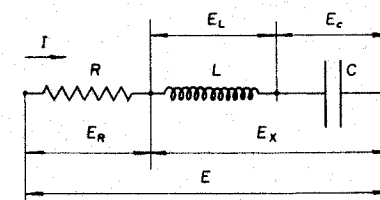
$$\text{Indutância total: } L = L_1 + L_2 + L_3 + \dots$$

### b) EM PARALELO

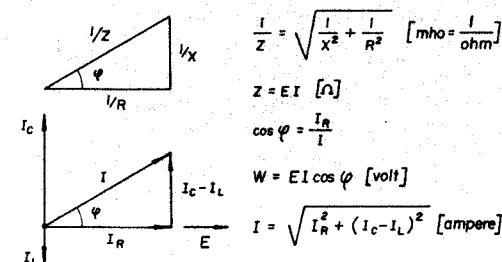
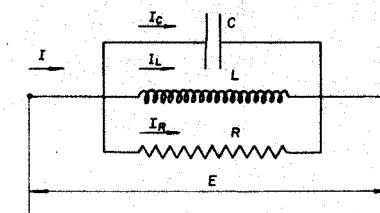


$$\text{Indutância total: } \frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots$$

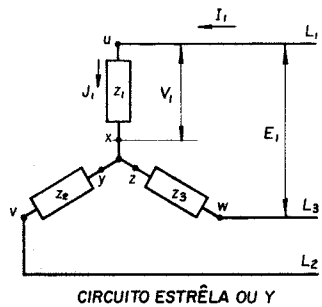
## CIRCUITO RLC EM SÉRIE



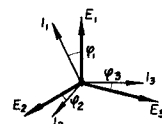
## CIRCUITO RLC EM PARALELO



## CORRENTE TRIFÁSICA



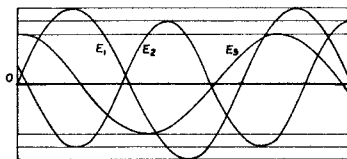
$E$  = tensão de linha  
 $V$  = tensão de fase  
 $I$  = corrente de linha  
 $J$  = corrente de fase  
 $W_f$  = potência de fase  
 $W$  = potência total



CIRCUITO TRIÂNGULO OU Δ

$$I = J$$

$$E = \sqrt{3} V$$



Sistema assimétrico

$$I = \sqrt{3} J$$

$$E = V$$

$$I_1 = E_1 \sqrt{\frac{Z_2^2 + Z_3^2 + Z_2 Z_3}{Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3 + Z_1 Z_3}}$$

$$W_1 = V_1 J_1 \cos \varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} E_1 I_1 \cos \varphi_1$$

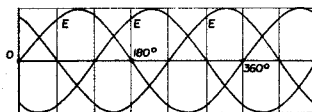
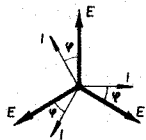
$$\cos \varphi = \cos \frac{\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3}{3}$$

$$I_1 = E_1 \sqrt{\frac{Z_2^2 + Z_3^2 + Z_2 Z_3}{Z_1 Z_2 + Z_2 Z_3 + Z_1 Z_3}}$$

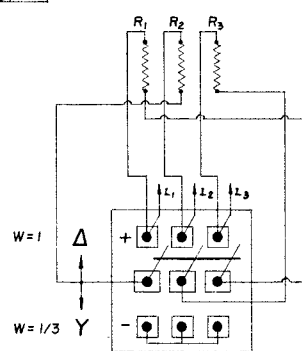
$$W_1 = V_1 J_1 \cos \varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{3}} E_1 I_1 \cos \varphi_1$$

$$W = W_1 + W_2 + W_3 = V_1 J_1 \cos \varphi_1 + V_2 J_2 \cos \varphi_2 + V_3 J_3 \cos \varphi_3 = \frac{1}{\sqrt{3}} (E_1 I_1 \cos \varphi_1 + E_2 I_2 \cos \varphi_2 + E_3 I_3 \cos \varphi_3)$$

Se o sistema é simétrico e equilibrado:  $E_1 = E_2 = E_3 = E$ ;  $I_1 = I_2 = I_3 = I$ ;  $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi_3 = \varphi$ .  $W = 3 \frac{1}{\sqrt{3}} E I \cos \varphi = 1,73 E I \cos \varphi$



$$W = 1,73 E I \cos \varphi$$



## APLICAÇÃO PRÁTICA

- No sistema Δ a resistência por fase é menor que no sistema Y, e a intensidade de corrente é maior.

- 2 calores são obtidos por meio de ligações Y-Δ.

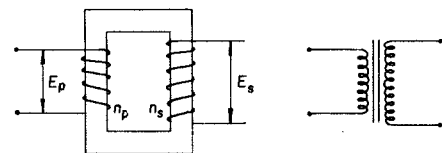
Y — calor mínimo

Δ — calor máximo

- A partida dos motores trifásicos em curto circuito (>5 HP) é dada em Y afim de limitar a corrente. Atingida a rotação de regime passa-se em Δ.

## TRANSFORMADORES

### MONOFÁSICOS



$$I_0 = \frac{kG}{E_p}; \quad I_0 \approx 0,2 I; \quad I = \frac{E}{Z}; \quad E = \frac{4,44 \cdot f \cdot B \cdot S}{10^8} \cdot n$$

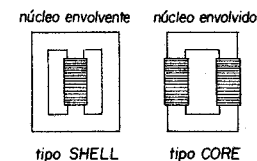
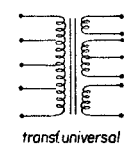
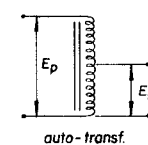
$$W = E I \text{ [volt-amp]}; \quad r = \frac{E_p}{E_s} = \frac{n_p}{n_s} = \frac{I_s}{I_p}$$

$$n_p = E_p \frac{10^8}{4,44 f \cdot S \cdot B_{máx}}; \quad n_s = E_s \frac{10^8}{4,44 f \cdot S \cdot B_{máx}}$$

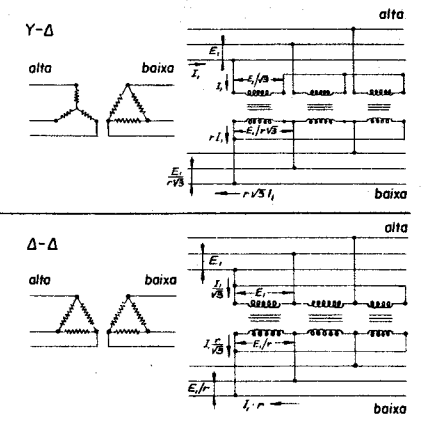
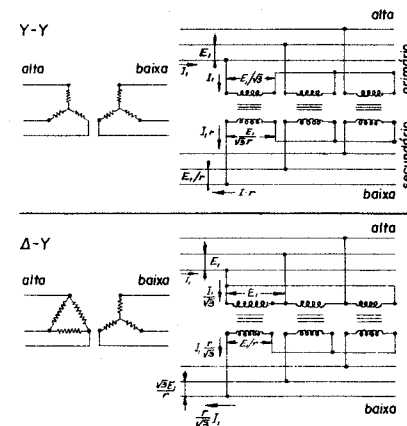
$$W_s = E_s I_s; \quad W_p = E_p I_p$$

Tipos de transformadores { elevadores  
abaixadores

- 1- transformador de voltagem
- 2- auto-transformador
- 3- transformador universal
- 4- transf. de int. de corrente
- 5- transf. de frequência
- 6- transf. de fase



### LIGAÇÕES DE TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS



$E_p$  = tensão aplicada [volt]

$E_s$  = tensão no secundário

$G$  = peso do ferro [kg]

$k$  =  $8 \div 10$  depende de vários fatores

$I_0$  = corrente em vazio [ampere]

$I$  = corrente à plena carga

$e$  = tensão induzida por espira

$f$  = frequência [ciclos/seg]

$S$  = secção do núcleo [ $cm^2$ ]

$B$  = indução magnética [gauss] ( $8-12$  kgauss)

$n$  = número de espiras.

$z$  = número de chapas

$r$  = relação de transformação.

# INSTALAÇÕES ELÉTRICAS

## SIMBOLOGIA

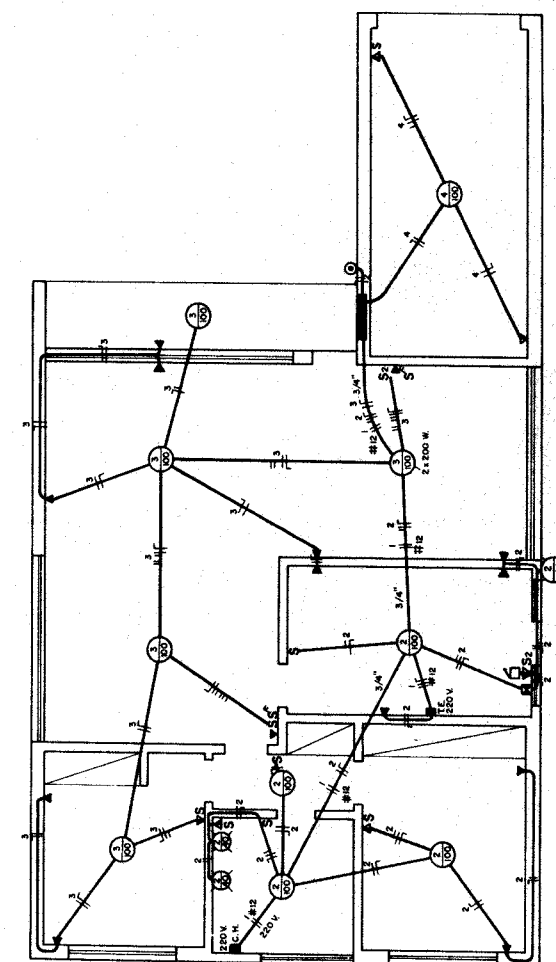
	QUADRO GERAL
	QUADRO DE FÔRÇA
	QUADRO DE LUZ
	QUADRO DE LUZ E FÔRÇA
	QUADRO DE TELEFONE C.T.B.
	CAIXA DE PASSAGEM
	QUADRO ANUNCIADOR (N = nº de chamada)
	CIGARRA OU CAMPAINHA
	CAIXA DE LIGAÇÃO
	C.T.B.
	FECHADURA ELÉTRICA
	BOTÃO DE MINUTERIA OU DE APARELHO DE MÉRCURIO
	BOTÃO DE CAMPAINHA NO PISO
	PONTO DE CALEFAÇÃO
	TOMADA NO PISO
	TOMADA BAIXA NA PAREDE (0,5m do piso)
	TOMADA ALTA NA PAREDE (1,30m do piso)
	TOMADA PARA ANTENA (RÁDIO)
	CHAVE AUTOMÁTICA DE BÓIA
	PONTO PARA ALTOFALANTE
	PONTO PARA TELEFONE EXTERNO
	PONTO PARA TELEFONE INTERNO
	PONTO DE EXTENSÃO PARA TELEFONE
	PONTO DE LUZ NO TETO (Circuito nº 2-100 watts)
	PONTO DE LUZ EMBUTIDO NA LAJE (Circuito nº 5-100 watts)
	PONTO DE LUZ NA PAREDE (ARANDELA)

	PL INTERRUPTOR PEGA LADRÃO
	S INTERRUPTOR SIMPLES (1,30m do piso)
	S INTERRUPTOR PARALELO ou "THREE-WAY"
	S INTERRUPTOR INTERMEDIÁRIO ou "FOUR-WAY"
	S <sub>2</sub> ou SS INTERRUPTOR DE DUAS SECÇÕES
	S <sub>3</sub> ou SSS INTERRUPTOR DE TRÊS SECÇÕES
	TUBULAÇÃO NA LAJE E ALVENARIA (c/ 1 fio fase e 1 neutro) Circuito nº 3
	TUBULAÇÃO NA LAJE E ALVENARIA (c/ 1 fio fase e 1 intermediário)
	3/4" - #12 TUBULAÇÃO NO PISO: 3/4" - 2 FIOS #12
	TUBULAÇÃO QUE DESCE
	TUBULAÇÃO QUE SOBE
	DESCIDA DA CORDOALHA DO PARÁ-RAIO
	HASTE DE PARA-RAIO
	TOMADA PARA ANTENA T.V.
	EXAUSTOR
	PONTO DE LUZ NO PISO
	CH CHUVEIRO ELÉTRICO, 220 V
	T.E. TORNEIRA ELÉTRICA, 220 V

A indicação do número de condutores, até três, será feita por pequenos traços transversais. Quando o número de condutores for superior a três ela poderá ser feita por dois números separados pelo sinal x e entre parêntesis, correspondendo o primeiro deles ao número de condutores e o segundo à bitola. À esquerda do parêntesis colocar-se-á o diâmetro do eletroduto.

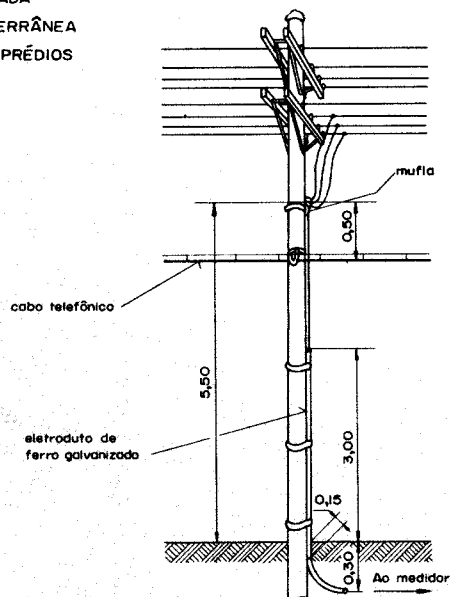
Quando não houver indicação da secção dos condutores ou do diâmetro do eletroduto entende-se que aqueles serão Nº 14 AWG e este de 1/2" (12,7 mm).

## EXEMPLO



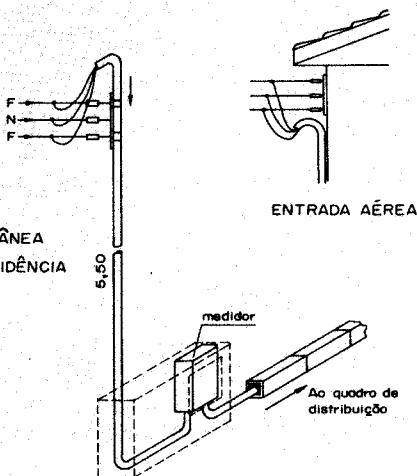
# INSTALAÇÕES PREDIAIS DE LUZ E FORÇA

ENTRADA  
SUBTERRÂNEA  
PARA PRÉDIOS

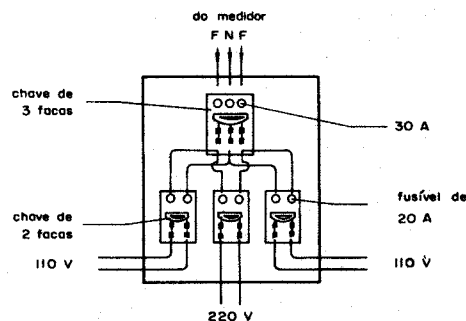


$$\text{amperes} = \frac{\text{watts}}{\text{volts}}$$

ENTRADA  
SUBTERRÂNEA  
PARA RESIDÊNCIA  
RECUADA



## QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO RESIDENCIAL



## CORRENTE MÁXIMA POR FIO

(Isolados com borracha ou termoplástico)

Instalação	Aberta	Até 3 fios p/conduit	Ao ar livre
Temp. máx. do fio	60°C	60°C	80°C
Bitola do fio	Corrente máxima admissível (ampères por fio)		
14	20	15	30
12	25	20	40
10	40	30	55
8	55	40	70
6	80	55	100
4	105	70	130
2	140	95	175
0	195	125	235
00	225	145	275
000	260	165	320
0000	300	195	370

## QUANTIDADE DE FIOS POR CONDUIT

(Isolamento termoplástico para 600 volts)

Bitola do conduit em polegadas	Quantidade de fios									Bitola do fio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	18
1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	16
1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	14
1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4	12
1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4	3/4	10
1/2	1/2	1/2	3/4	3/4	3/4	1	1	1	1-1/4	8
1/2	3/4	3/4	1	1	1-1/4	1-1/4	1-1/4	1-1/4	1-1/2	6
1/2	1	1	1-1/4	1-1/4	1-1/2	1-1/2	1-1/2	1-1/2	2	4
1/2	1-1/4	1-1/4	1-1/2	1-1/2	2	2	2	2	2	2
3/4	1-1/4	1-1/2	2	2	2	2-1/2	2-1/2	3	3	1/0
3/4	1-1/2	1-1/2	2	2	2-1/2	2-1/2	3	3	3	2/0
1	2	2	2	2-1/2	3	3	3	3	3	3/0
1	2	2	2-1/2	2-1/2	3	3	3	3-1/2	4/0	

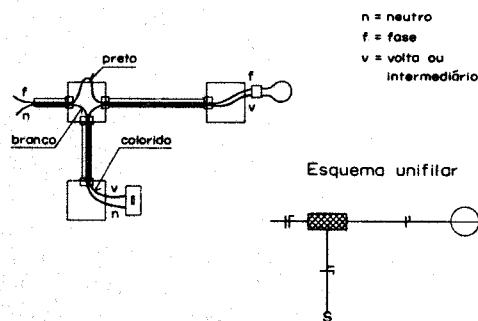
## CARGAS APROXIMADAS DE DIVERSOS APARELHOS

### ELETRDOMÉSTICOS

APARELHOS	CARGA (watts)
Aquecedor elétrico (boiler) . . . . .	1000 a 1500
(tipo residencial)	
Idem (tipo coletivo) . . . . .	2000 a 6000
Ar condicionado portátil (1 HP) . . . . .	1200
Idem (2 HP) . . . . .	2400
Aspirador de pó . . . . .	250 a 800
Barbeador . . . . .	8 a 12
Cafeteira . . . . .	500 a 2000
Chuveiro elétrico . . . . .	1500 a 2500
Cobertoires elétricos . . . . .	150 a 200
Exaustor . . . . .	300 a 500
Ferro elétrico seco . . . . .	400 a 600
Ferro elétrico a vapor . . . . .	660 a 1200
Fogão elétrico . . . . .	4000 a 6000
Freezer (congelador) . . . . .	300 a 500
Fritadeiras . . . . .	1000 a 1200
Geladeiras comerciais (1/2 a 1 HP) . . . . .	450 a 1000
Geladeiras domésticas . . . . .	150 a 300
Irradiador de calor . . . . .	700 a 1000
Lâmpada fluorescente . . . . .	15 a 60
Lâmpada incandescente . . . . .	10 a 1500
Lâmpada infravermelha . . . . .	250
Lâmpada ultravioleta . . . . .	275 a 400
Lavadora de pratos . . . . .	600 a 1000
Lavadora de roupas . . . . .	350 a 550
Liquidificador . . . . .	120 a 250
Máquina de costura . . . . .	60 a 90
Máquina de lavar roupa (automática) . . . . .	600 a 800
Máquina de waffles . . . . .	600 a 1000
Motores 1/4 HP . . . . .	300 a 400
Motores 1/2 HP . . . . .	450 a 600
Acima de 1/2 HP . . . . .	950 a 1000 P/HP
Rádio . . . . .	40 a 150
Relógio elétrico . . . . .	2 a 3
Secadora de roupas . . . . .	4000 a 5000
Televisão . . . . .	200 a 400
Torradeiras . . . . .	500 a 1200
Ventilador portátil . . . . .	50 a 200

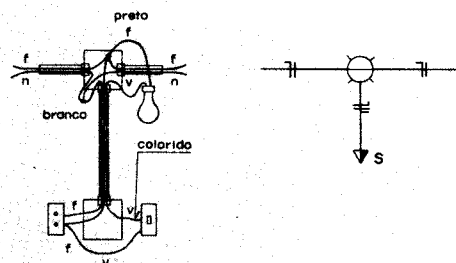
# REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

## LÂMPADA E INTERRUPTOR



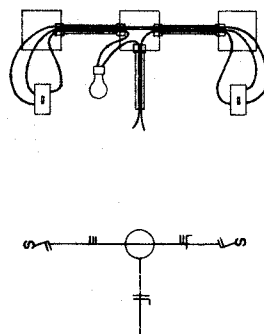
## LÂMPADA

## INTERRUPTOR E TOMADA



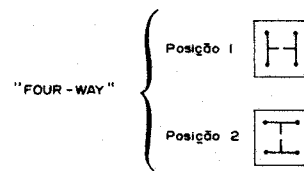
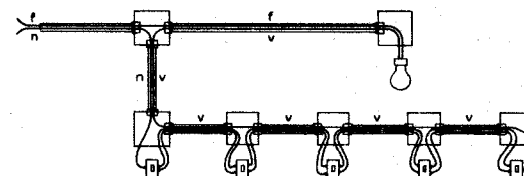
## LÂMPADA COM DUPLO COMANDO

## INTERRUPTORES PARALELOS THREE-WAY

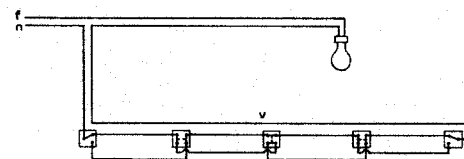


## LÂMPADA COM COMANDO MÚLTIPLO

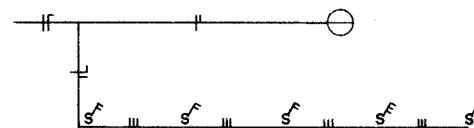
## INTERRUPTORES INTERMEDIÁRIOS FOUR-WAY



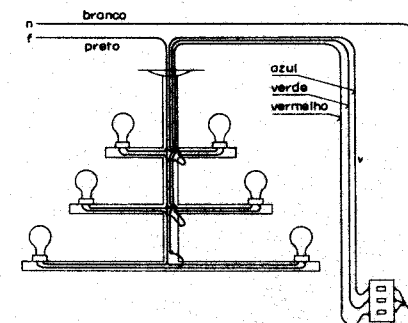
## Esquema multifilar



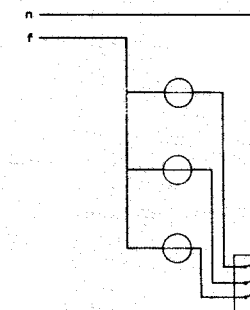
## Esquema unifilar



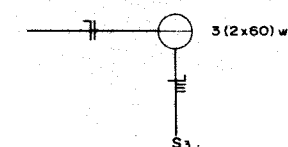
## LUSTRE COM TRÊS INTERRUPTORES



## Esquema multifilar



## Esquema unifilar



# MOTORES

## MOTORES MONOFÁSICOS

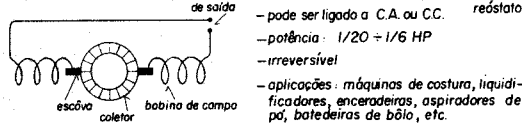
$$n = \frac{60 \cdot f}{p} \quad (r.p.m.)$$

$$f = \text{frequência [ciclos/seg]}$$

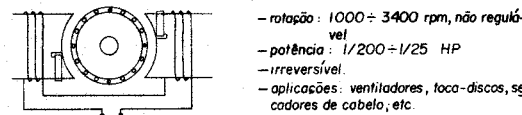
$$p = \text{nº de pares de polos}$$

Rotação de placa = rotação à plena carga.

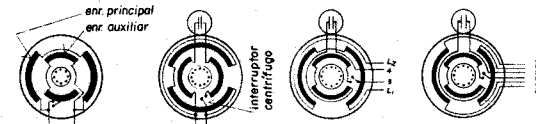
### a) MOTOR UNIVERSAL



### b) MOTOR DE CAMPO DISTORCIDO OU EM CURTO CIRCUITO

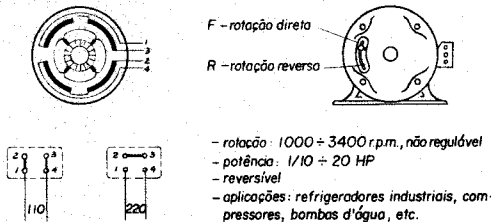


### c) MOTOR DE FASE AUXILIAR (possui enrolamento auxiliar para partida)



Rotação: 1710 ÷ 3515 r.p.m. não regulável  
 Potência: 1/6 ÷ 1 HP  
 O condensador torna a partida mais vigorosa  
 Aplicações: amplas e variadas

### d) MOTOR DE REPULSÃO (arranque elevado)



CORRENTE (ampères) DOS MOTORES MONOFÁSICOS

HP volt	1/6	1/4	1/2	3/4	1	1-1/2	2	3	5	7-1/2	10
115	3,2	4,6	7,4	10,2	13	18,4	24	34	56	80	100
230	1,6	2,3	3,7	5,1	6,5	9,2	12	17	28	40	50
440	—	—	—	—	—	—	—	—	21	26	—

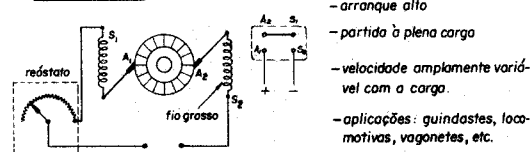
## MOTORES DE CORRENTE CONTÍNUA

Regulagem rigorosa de velocidade

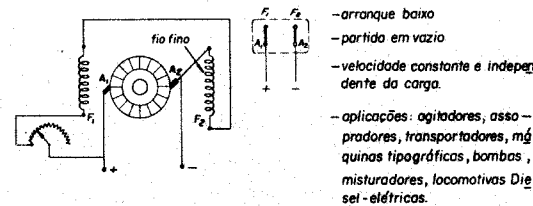
Potência: 1/10 ÷ 1000 HP

Campo usual de rotação: 700 ÷ 1750 r.p.m.

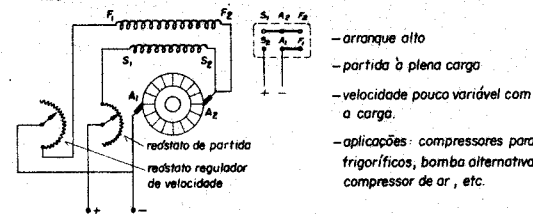
### a) MOTOR SÉRIE



### b) MOTOR PARALELO (derivação ou shunt)



### c) MOTOR MISTO (compound)



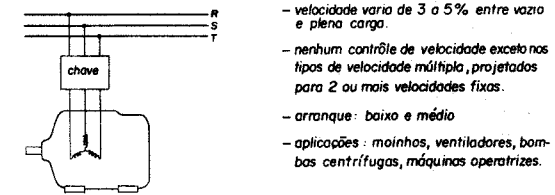
- Se o motor compound apresentar faiscamento acentuado no coletor e velocidade baixa, trocar  $F_1$  com  $F_2$ .
- As escovas fora de posição (fora de calagem) provocam faiscamento muito acentuado
- A inversão de rotação é feita trocando-se  $A_1$  com  $A_2$

Código para pontas de solda em motores de C.C.

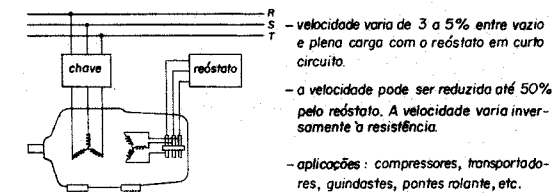
americano	$A_1$	$A_2$	$F_1$	$F_2$	$S_1$	$S_2$
alemão	A	B	C	D	E	F

## MOTORES TRIFÁSICOS

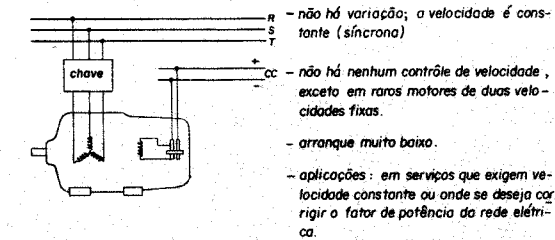
### a) MOTOR ASSÍNCRONO COM ROTOR EM CURTO



### b) MOTOR ASSÍNCRONO COM ROTOR BOBINADO



### c) MOTOR SÍNCRONO



- Partida com tensão reduzida é dada com chave Y-Δ
- A rotação do motor é invertida trocando-se uma fase com outra

Código para pontas de solda em motores trifásicos.

americano	1	2	3	4	5	6
alemão	u	v	w	x	y	z

CORRENTE (ampere) À PLENA CARGA DOS MOTORES TRIFÁSICOS (ligação Δ)

HP volt	1/2	3/4	1	1-1/2	2	3	5	7-1/2	10
110	2,4	3,2	3,8	5,2	6,8	9,8	15,8	23,4	30,4
220	1,2	1,6	1,9	2,6	3,4	4,9	7,9	11,7	15,2
380	0,7	0,9	1,1	1,5	2	2,8	4,5	6,7	8,6



# ILUMINAÇÃO

**FLUXO LUMINOSO  $\phi$**  de uma fonte de luz é o fluxo de energia emitido em todas as direções por essa fonte no espaço. É medido em lúmens.

**ILUMINAMENTO  $L$**  é o fluxo luminoso que ilumina a unidade de superfície.

$$L = \frac{\phi}{S} \quad [\text{lux}] \quad \text{lux} = \frac{\text{lúmen}}{\text{m}^2}$$

Em unidades americanas, usa-se o foot-candle, unidade que equivale a aproximadamente 10 luxes. 1 f.c. = lúmen/pé quad.

Pode-se determinar o número e luminárias necessárias para produzir determinado iluminamento de duas maneiras:

- pela carga mínima exigida (ABNT)
- pelos métodos dos lúmens e ponto por ponto

## PROCESSO DA CARGA MÍNIMA EXIGIDA (NB-3)

É uma aproximação, não tendo grande precisão.

Local Carga mínima Watts/m<sup>2</sup>

Residências:

salas	25
quartos	20
escritórios	25
copa	20
cozinha	20
banheiro	10
dependências	10

Lojas

Escritórios, escolas e semelhantes

Auditórios, salões de exposição

Bancos e semelhantes

Garagens comerciais

Hotéis e semelhantes

Igrejas e semelhantes

## MÉTODO DOS LÚMENS

O fluxo luminoso necessário para iluminar um compartimento, de acordo com esse método, é calculado pelas seguintes fórmulas:

$$\phi = \frac{SE}{\mu d} \quad n = \frac{\phi}{\phi}$$

$\phi$  = fluxo luminoso total em lúmens

$\phi$  = fluxo luminoso por luminária em lúmens

S = área do compartimento, em m<sup>2</sup>

E = iluminamento, em lux

$\mu$  = coeficiente de utilização

d = fator de depreciação

n = número de luminárias

## TABELA I - Iluminamentos médios E (lux)

Mín. p/ ambientes não destinados ao trabalho	100
Mínimo para ambientes de trabalho	150
<b>Classe I:</b> tarefas visuais simples e variadas Ex.: escritórios em geral, arquivos, salas de leitura, laboratórios, salas de aula.	500 - 250
<b>Classe II:</b> observações contínuas de detalhes médios e finos. Ex.: salas de datilografia, salas de desenho comum, salas de inspeção em geral, lojas.	1000 - 500
<b>Classe III:</b> tarefa visual contínua e precisa. Ex.: escritórios de projetos de engenharia e arquitetura, usinagem de precisão, inspeção de cor.	2000 - 1000
<b>Classe IV:</b> trabalhos muito finos. Ex.: consertos de relógios, usinagem de alta precisão.	acima de 2000

TABELA 2 - Índice do local

Iluminação: indireta e semi-indireta		altura do teto (m)								
		2,70	3,00	3,60	4,10	5,00	6,00	8,00	10,00	13,00
Ilum.: direta, semi-direta, direta-indireta e geral difusa		distância do chão ao foco luminoso (m)								
		2,10	2,40	2,70	3,00	3,60	4,50	5,50	6,50	8,00
Largura do local (m)	Comprimento do local (m)	Índice do local								
2,40	3,00 a 4,80	G	I	I	J	J	-	-	-	-
	4,80 a 6,00	G	H	I	I	J	J	-	-	-
	7,20 a 10,50	F	G	H	I	J	J	J	-	-
3,00	3,00 a 4,80	G	H	I	I	J	J	-	-	-
	4,80 a 6,00	F	G	H	I	J	J	J	-	-
	7,20 a 10,50	E	F	G	H	I	J	J	-	-
3,60	3,60 a 4,80	F	G	H	I	J	J	-	-	-
	5,40 a 7,20	F	F	H	H	J	J	J	-	-
	9,00 a 12,00	E	F	G	G	H	J	J	-	-
4,80	4,80 a 5,40	E	F	G	H	I	J	J	-	-
	6,00 a 9,00	E	F	F	G	H	I	J	-	-
	10,50 a 15,00	D	E	F	F	H	I	J	J	-
4,80	4,80 a 6,00	E	F	G	G	H	I	J	-	-
	7,20 a 10,50	D	E	F	F	H	I	J	-	-
	12,00 a 18,00	D	E	E	F	H	I	J	J	-
5,40	5,40 a 7,20	D	E	F	G	H	I	J	-	-
	9,00 a 12,00	C	D	E	F	G	H	J	J	-
	12,00 a 21,00	C	D	E	E	F	I	J	J	-
6,00	5,00 a 9,00	D	E	F	F	H	I	J	J	-
	10,50 a 15,00	C	D	E	E	F	H	I	J	-
	18,00 a 24,00	C	D	E	E	F	G	J	J	J
7,20	7,20 a 10,50	C	D	E	E	F	H	I	J	J
	12,00 a 18,00	C	C	D	D	F	F	H	I	J
	21,00 a 30,00	C	C	D	D	E	F	I	J	J
9,00	9,00 a 12,00	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	15,00 a 21,00	B	C	C	D	E	F	G	H	I
	24,00 a 36,00	B	C	C	E	D	F	F	I	H
10,50	10,50 a 15,00	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	18,00 a 24,00	A	B	C	C	D	F	F	H	H
	30,00 a 42,00	A	B	C	C	D	E	F	G	H
12,00	12,00 a 18,00	A	B	B	C	D	F	G	H	I
	21,00 a 30,00	A	B	B	C	D	F	F	H	H
	36,00 a 48,00	A	B	B	C	D	E	G	H	H
15,00	15,00 a 21,00	A	A	B	B	C	E	F	G	H
	24,00 a 36,00	A	A	B	B	C	D	F	F	F
	42,00 a 60,00	A	A	B	B	C	D	E	F	F
18,00	18,00 a 24,00	A	A	A	A	C	D	E	F	G
	30,00 a 42,00	A	A	A	A	B	C	D	F	F
	51,00 a 60,00	A	A	A	A	B	C	E	F	F



## Luminária

# Luminária

Teto Branco 75% Claro 50%

Paredes Brancas 50% Claras 30% Médias 10% Brancas 50% Claras 30% Médias 10%

## Coefficientes de utilização

11		↑ 0 75 ↓	J I H G F E D C B A	.35 .43 .49 .56 .60 .66 .69 .72 .76 .78	.28 .36 .43 .49 .54 .61 .65 .68 .70 .76	.24 .32 .38 .45 .50 .56 .61 .63 .69 .73	.28 .35 .42 .48 .53 .59 .63 .65 .70 .73	.24 .31 .38 .43 .49 .55 .59 .63 .65 .71
12		↑ 35 45 ↓	J I H G F E D C B A	.29 .36 .41 .46 .50 .56 .59 .62 .65 .66	.24 .30 .36 .41 .46 .51 .55 .58 .62 .64	.20 .26 .32 .37 .44 .49 .52 .55 .59 .61	.23 .30 .35 .40 .44 .49 .53 .55 .59 .61	.19 .26 .31 .36 .40 .44 .49 .52 .56 .59
13		↑ 0 50 ↓	J I H G F E D C B A	.27 .32 .36 .39 .42 .44 .46 .47 .49 .50	.23 .29 .33 .36 .39 .42 .44 .46 .48 .49	.21 .26 .30 .34 .38 .41 .44 .45 .46 .48	.23 .28 .32 .36 .38 .41 .43 .45 .47 .48	.21 .26 .30 .34 .36 .38 .40 .42 .44 .47
14		↑ 0 55 ↓	J I H G F E D C B A	.29 .35 .39 .43 .46 .49 .51 .52 .54 .55	.24 .31 .35 .42 .46 .48 .50 .52 .54 .54	.21 .27 .32 .39 .45 .48 .50 .52 .54 .55	.28 .34 .38 .42 .47 .48 .50 .52 .54 .55	.24 .30 .35 .42 .47 .48 .50 .52 .54 .55
15		↑ 0 55 ↓	J I H G F E D C B A	.25 .31 .36 .40 .43 .46 .49 .51 .53 .54	.21 .27 .31 .36 .40 .43 .46 .48 .51 .53	.18 .24 .28 .33 .36 .40 .43 .46 .48 .51	.25 .31 .35 .40 .43 .46 .48 .50 .52 .53	.18 .24 .28 .33 .36 .40 .43 .46 .48 .51

d = 0,70

d = 0,75

d = 0,75

d = 0,70

d = 0,70

## Descrição

Luminária industrial do tipo Miller  
Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem x 1,0

Luminária comercial  
Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem x 1,0

Refletor parabólico duplo para 2 lâmpadas fluorescentes  
Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem x 0,9

Refletor com vidro estrido  
Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem x 0,9

Aparelho para embutir, com louver  
Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem x 1,0

## Luminária

# Luminária

Teto	Paredes	Índice do local	Coefficientes de utilização
75%	Branco 50%		Branco 75%
	Claros 30%		Claro 50%
	Médias 10%		Claros 30%
	Branco 50%		Médias 10%
	Claros 30%		
	Médias 10%		

16  
d = 0,70

↑  
0  
45  
↓

J	.20	.16	.13	.20	.16	.13
I	.25	.21	.18	.24	.20	.18
H	.28	.24	.22	.27	.24	.21
G	.32	.28	.25	.31	.27	.23
F	.34	.30	.28	.33	.30	.25
E	.37	.34	.32	.36	.33	.31
D	.39	.36	.34	.38	.36	.34
C	.40	.38	.36	.39	.37	.36
B	.42	.40	.39	.41	.40	.38
A	.43	.42	.41	.43	.41	.40

17  
d = 0,60

↑  
60  
20  
↓

J	.23	.19	.15	.19	.16	.13
I	.29	.24	.20	.24	.20	.17
H	.33	.29	.25	.27	.24	.21
G	.38	.33	.29	.31	.27	.24
F	.41	.36	.33	.33	.30	.27
E	.46	.42	.38	.37	.34	.31
D	.49	.45	.41	.39	.36	.33
C	.51	.47	.44	.40	.38	.35
B	.53	.50	.47	.42	.40	.38
A	.54	.52	.50	.43	.42	.40

18  
d = 0,80

↑  
10  
80  
↓

J	.32	.25	.20	.30	.24	.20
I	.40	.32	.27	.38	.31	.26
H	.47	.39	.34	.44	.38	.32
G	.53	.46	.40	.50	.44	.39
F	.58	.51	.45	.55	.49	.44
E	.64	.58	.52	.61	.56	.51
D	.68	.62	.58	.65	.60	.56
C	.72	.66	.62	.68	.64	.60
B	.76	.71	.67	.72	.69	.66
A	.79	.75	.72	.76	.72	.70

19  
d = 0,70

↑  
10  
55  
↓

J	.27	.23	.20	.26	.22	.20
I	.33	.29	.26	.32	.28	.25
H	.38	.34	.30	.37	.33	.30
G	.43	.38	.35	.41	.37	.33
F	.46	.41	.39	.44	.41	.37
E	.50	.47	.44	.48	.45	.42
D	.53	.50	.47	.50	.48	.46
C	.55	.52	.50	.52	.50	.48
B	.57	.55	.53	.54	.53	.51
A	.59	.57	.55	.56	.55	.53

20  
d = 0,70

↑  
10  
55  
↓

J	.25	.20	.17	.24	.20	.17
I	.31	.26	.23	.29	.25	.22
H	.36	.31	.28	.34	.30	.27
G	.40	.36	.32	.39	.35	.32
F	.44	.40	.36	.42	.38	.35
E	.48	.44	.41	.46	.43	.40
D	.51	.48	.45	.48	.46	.44
C	.53	.50	.47	.51	.48	.46
B	.56	.53	.51	.53	.51	.49
A	.58	.56	.54	.56	.54	.52

Aparelho para embutir, com plástico  
Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem x 1,0

Aparelho com louver  
Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem x 1,1

Caixa chanfrada  
Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem x 1,0

Aparelho indicado para recintos baixos, onde o teto deve ser levemente iluminado  
Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem x 1,0

Aparelho para ser usado com louver ou plástico  
Espaçamento máximo entre aparelhos = altura de montagem x 1,1

**TABELA 4 - Fluxo luminoso inicial (lúmens)**

**A - Lâmpadas Incandescentes**

iluminação geral		
watts	lúmens	
	120v	220v
60	810	660
75	1057	900
100	1450	1320
150	2 375	2 070
200	3 420	2 980
300	5 580	4 920
500	9 700	8 800
750	14 700	13 350
1000	20 200	18 700
1500	32 400	29 250

**Lâmpadas refletoras**

watts	volt	bulbo	lúmens
100	120	R-30	1050
150	120	R-40	1730

**B - Lâmpadas de descarga**

fluorescente			lúmens		
tipo	watts	bulbo	branca fria	branca morna	luz de dia
Convencional	15	T 8	730	760	600
	15	T 12	620	650	570
	30	T 8	1890	1930	1710
Universal	F 20	T 12	1140	1170	1000
	F 40	T 12	2800	2900	2 350
Power groove ondulada	110	PG 17	6900	6900	6 150
	160	PG 17	10 900	10 900	10 150
	215	PG 17	15 000	15 000	13 300
High-Output	60	T 12	4000	4000	3 240
	85	T 12	6450	6300	5600
	110	T 12	9200	8500	7700

**lâmpadas a vapor de mercúrio**

watts	bulbo	Acabamento	lúmens
250	BT 28	Claro	11 000
250	BT 28	Côr corrigida	10 500
250	BT 28	De Luxe White	11 000
400	BT 37	Claro	20 500
400	BT 37	Côr corrigida	20 000
400	BT 37	De Luxe White	21 000
400	R 52	Refletora	18 000
400	R 52	Semi-refletora (côr corrigida)	20 500

**EXEMPLO**

Planeja-se iluminar uma sala destinada a laboratório, com 9 m de largura por 21m de comprimento e 3,5m de pé direito, cujo teto é branco e paredes pintadas de verde com 30% de refletância. A luminária escolhida foi a do tipo 19 (tabela 3), pendente de 0,50m, equipada com 4 lâmpadas fluorescentes de 40 w (branca fria). Será necessário determinar o número de luminárias que proporcionarão ao local o iluminamento adequado.

$$\phi = \frac{SE}{\mu d} \quad n = \frac{\phi}{\psi} \quad \text{Área do local} \quad S = 9 \times 21 = 189 \text{ m}^2$$

Iluminamento desejado

E = 500 lux (da tabela 1)

Fator de depreciação: d = 0,70 (da tabela 3)

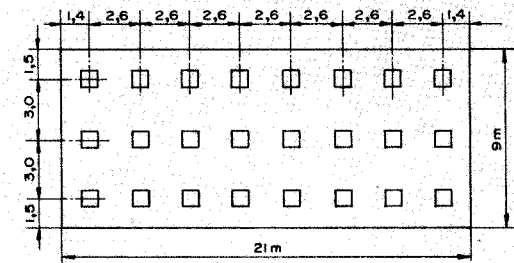
Índice do local: D { da tabela 2, L = 9m, C = 21m e 3m do foco ao chão.

Coefficiente de utilização:  $\mu = 0,50$  { da tabela 3, teto 75% e parede 30%.

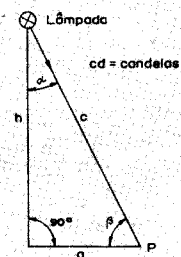
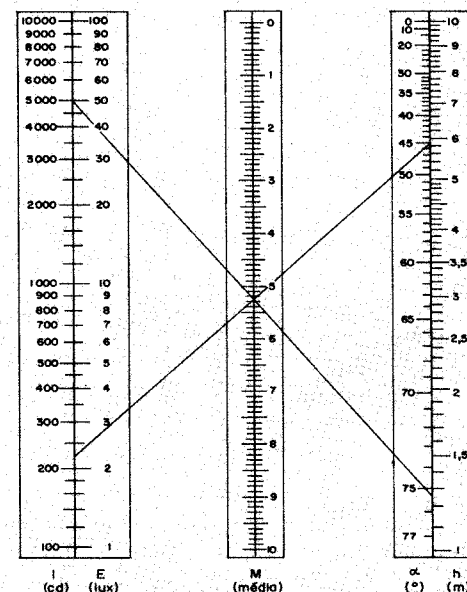
Fluxo luminoso por luminária de 4 lâmpadas (tab. 4)

$$\phi = 4 \times 2800 = 11200 \text{ lúmens}$$

$$\phi = \frac{189 \times 500}{0,50 \times 0,70} = 270\,000 \text{ lúmens} \quad n^\circ \text{ de aparelhos} \quad n = \frac{270\,000}{11200} = 24$$



**MÉTODO PONTO POR PONTO**



Potência da lâmpada em watts	Intensidade luminosa I em cd	
	110 volts	220 volts
60	52	40
100	104	87
200	235	200
300	390	348
500	700	690
1000	1440	1350
2000	2780	2600

Exemplo: Na margem de uma mesa de 2,5m de diâmetro necessita-se um iluminamento de 50 lux. Que tipo de lâmpada incandescente deverá ser colocada na armadura pendurada 1,25m acima do centro da mesa?

$$\alpha = \frac{a}{h} = \frac{1,25}{1,25} = 1 \therefore \alpha = 45^\circ$$

Pelo gráfico: I = 220 cd. Duas lâmpadas de 100 w e 110 v cada satisfazem a condição do problema.

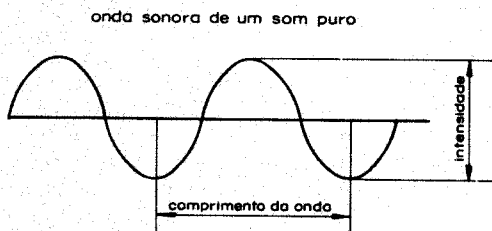
# ACÚSTICA

## ACÚSTICA

É a parte da Física que estuda os fenômenos capazes de excitar nosso aparelho auditivo..

Estes fenômenos são qualificados como sonoros.

Som: é o efeito produzido no órgão da audição pelas vibrações dos corpos sonoros. É um fenômeno ondulatório, cujas características dependem da intensidade e da frequência.



A velocidade de propagação das ondas sonoras no ar a 20°C é de 340m/seg.

A frequência é medida em hertz (vibrações por segundo ou ciclos por segundo). A frequência está relacionada com o tom. Quanto maior a frequência mais alto será o tom. O homem consegue ouvir sons que vão desde 15 a 20 000 hertz. É a faixa de áudio frequência.

O tom puro propaga no meio elástico obedecendo uma variação senoidal no tempo.

Ruído é toda som indesejável e constitui numa mistura de sons cujas frequências não seguem nenhuma lei precisa e que diferem entre si por valores imperceptíveis ao ouvido humano.

A intensidade de som é o fluxo de energia sonora através da unidade de área. É medida em erg/seg/cm<sup>2</sup> ou watt/cm<sup>2</sup>.

Como a resposta do ouvido é função logarítmica da in-

tensidade do som, convencionou-se adotar o decibel (db) que define o nível de intensidade sonora, expressa pela fórmula:

$$i = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

i = nível de intensidade (db)  
I = intensidade do som watt/cm<sup>2</sup>  
I<sub>0</sub> = 10<sup>-16</sup> watt/cm<sup>2</sup> intensidade do som correspondente ao limiar da percepção.

Definir o nível de intensidade é importante porque quando se fizer determinado tratamento acústico, a redução de apenas alguns decibels, corresponde na verdade à grande redução da intensidade.

De 60db reduzir para 50db, significa diminuir de 10<sup>-10</sup> watt/cm<sup>2</sup> para 10<sup>-11</sup> watt/cm<sup>2</sup>.

Se o nível ambiental de ruído for superior a 90db, a comunicação oral torna-se impossível.

## TRATAMENTO ACÚSTICO

Razões da importância do estudo dos ruídos:

- os ruídos constituem um estímulo aversivo ao ser humano;
- a eficiência do trabalho é afetado pelo ambiente ruído;
- os ruídos provocam surdez;

Tratamento acústico é o processo pelo qual se procura dar a um recinto, condições que permitam a boa audição às pessoas presentes neste recinto ou a finalidade a que se destina.

Este tratamento compreende:

— isolamento acústico: através do uso adequado de materiais capazes de permitir a necessária impermeabilidade acústica, previamente fixada. Os níveis de sons aceitáveis e os materiais isolantes acústicos se encontram nas tabelas seguintes;

— condicionamento acústico: pelo estudo geométrico-acústico do recinto e cálculo do tempo de reverberação. Tempo de reverberação é o tempo necessário para que um som deixe de ser ouvido, após a extinção da fonte sonora. É expresso em segundos.

O cálculo do tempo de reverberação está indicado na página seguinte.

Os níveis de ruído aceitáveis para os ambientes internos, fixados pela ABNT na NB-95, são:

Bancos	60 db
Escritórios:	
— Datilografia, taquigrafia, escrituração	60 db
— Diretoria, cálculos, projetos, leitura de plantas, sala de reuniões, contabilidade	57 db
— Saguão principal e sala de espera	60 db
Mercados	75 db
Restaurantes, Bares e Confeitarias:	
— Refeitório	60 db
— Copas e cozinhas	65 db
— Lojas	60 db
Auditórios e Anfiteatros:	
— Sala de espetáculos (*)	38 db
— Sala de espera	60 db
Gabinetes Dentários:	
— Sala de espera	60 db
— Sala de tratamento	40 db
Hospitais e Consultórios Médicos:	
— Enfermarias e quartos	40 db
— Recepção, sala de espera	60 db
— Sala de operação	35 db
— Lavanderia	65 db
Hotéis:	
— Sala de estar	47 db
— Sala de leitura	42 db
— Restaurante	60 db
— Copa, cozinha	65 db
— Dormitório	40 db
— Portaria e recepção	60 db
Igrejas e Templos (*)	42 db
Bibliotecas	42 db
Cinemas:	
— Sala de projeção (*)	45 db
— Sala de espera	60 db
Teatros:	
— Sala de espetáculos (*)	38 db
— Sala de espera	60 db
Ginásios e interiores para jogos e esportes	75 db
Museus	42 db
Escolas (*)	42 db
Tribunais (*)	42 db
Salas de Música (*)	38 db
"Studios" de gravação (*)	24 db
"Studios" de Rádio e TV (*)	28 db
Fábricas	75 db
Residências	40 db

(\*) Nos ambientes assinalados com asterísticos significa que a medida do nível de som é feita com o local sem estar em funcionamento.



# DUREZA

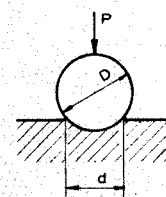
## DUREZA

Dureza de um material é a resistência que ele oferece à penetração de um corpo duro.

Determina-se a dureza com auxílio de máquinas especiais. Existem vários métodos: Brinell, Rockwell, Vickers. Além desses temos a escala Mohs que está baseada na resistência ao risco.

## MÉTODO BRINELL

Consiste em comprimir uma esfera de aço contra o material em ensaio, medir o diâmetro da impressão resultante, que é uma calota esférica e confrontá-lo com uma tabela de dureza.



P = carga aplicada  
D = diâmetro da esfera  
d = diâmetro da impressão  
BH = dureza Brinell

$$BH = \frac{2P}{\pi D (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \text{ kg/mm}^2$$

Usado até BH 600

As esferas são de d=2,5 - 5 - 10mm

Quanto maior a esfera, maior deve ser a carga.

P = 30 D<sup>2</sup> para produtos siderúrgicos  
P = 10 D<sup>2</sup> cobre, alumínio e suas ligas mais duras  
P = 5 D<sup>2</sup> cobre, alumínio e suas ligas mais moles  
P = 2,5 D<sup>2</sup> chumbo, estanho, antimônio

Tendo-se a dureza Brinell pode-se calcular a resistência à tração em kg/mm<sup>2</sup>

$$\sigma_t = k BH$$

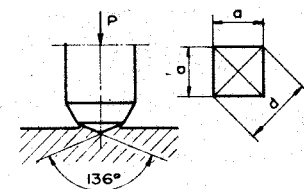
aço carbono. . . . . k = 0,36      bronze fundido . . . 0,23  
aços ligas . . . . . 0,34      ligas Al, Cu, Mg. 0,35  
cobre e latão . . . . . 0,40      ligas Al, Mg. . . . 0,44  
bronze lam. e babitt. . . 0,22      ligas Mg. . . . . 0,43

Ensaio de dureza Brinell à lima:

H = 100 metal facilmente removido à lima  
200 metal pouco fácil  
300 metal resiste à lima  
400 requer maior pressão na lima  
500 a lima quase não remove metal  
600 o metal não pode ser limado

## MÉTODO VICKERS

É semelhante ao Brinell e apresenta maior precisão. O penetrador é uma pirâmide de diamante.

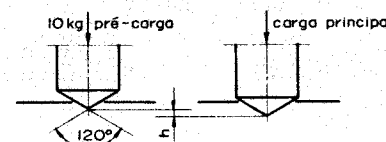


P = carga  
H<sub>V</sub> = dureza Vickers

$$H_V = 1,8344 \frac{P}{d^2} \text{ kg/mm}^2$$

## MÉTODO ROCKWELL

Este processo é baseado na diferença h de profundidade de uma pré-carga de 10kg e a carga principal de um cone de diamante ou de uma esfera de aço de 1/16".



Existem diversas escalas Rockwell para executar ensaios em diferentes tipos de materiais.

Escala	Penetrador	Carga kg	Usos
A	diamante de 120°	60	peças temperadas até Ø1"
B	esfera de aço 1/16"	100	peças s/ tempera
C	diamante de 120°	150	peças temperadas
D	diamante de 120°	100	peças temperadas

## ESCALA MOHS

Usada para minerais. Está baseada no fato de que um mineral duro risca um mineral mole e não é riscado por ele. A escala vai de 1 (o mineral mais mole) até 10 (o mineral mais duro).

Taíco. . . . . 1	Feldspato. . . 6
Gesso. . . . . 2	Quartzo. . . . 7
Calcita. . . . . 3	Topázio. . . . 8
Fluorita. . . . 4	Corindon. . . . 9
Apatita. . . . . 5	Diamante. . . 10

## TABELA

ácido bórico. . . . . 3	carbوندum. . . 10	latão. . . . . 3-4
aço. . . . . 5-8,5	caulinita. . . . 2-2,5	lítico. . . . . 0,6
ágata. . . . . 6-7	cáseo. . . . . 0,2	magnésio. . . . 2
alabastro. . . . . 1,7	chumbo. . . . . 1,5	mármore. . . . . 3-4
alumen. . . . . 2-2,5	clorato de Ag. . 1,3	manetila. . . . . 6
alumínio. . . . . 2-2,9	cobre. . . . . 2,5-3	manganês. . . . 5
alundum. . . . . 9	corindon. . . . . 9	mica. . . . . 2,8
ambar. . . . . 2-2,5	cromo. . . . . 9	opala. . . . . 4-6
andaluzita. . . . . 7,5	diamante. . . . . 10	ósio. . . . . 7
antimônia. . . . . 3-3,3	diatomáceas. . 1-1,5	ouro. . . . . 2,5-3
antimonita. . . . . 2	dolomita. . . . . 3,5-4	paládio. . . . . 4,8
antracita. . . . . 2,2	enxofre. . . . . 1,5-2,5	pederneira. . . . 7
apatita. . . . . 5	esmeril. . . . . 7-9	platina. . . . . 4,3
aragonita. . . . . 3,5	estanho. . . . . 1,5-1,8	platina iridiada. 6,5
arsênico. . . . . 3,5	estrôncio. . . . 1,8	pedra pomes. . . 6
asbesto. . . . . 5	ferro. . . . . 4-5	pirita. . . . . 6,5
asfalto. . . . . 1-2	feldspato. . . . . 6	potássio. . . . . 0,5
augita. . . . . 2	fluorita. . . . . 4	prata. . . . . 2,5-7
barita. . . . . 3,3	fósforo. . . . . 0,5	quartzo. . . . . 7
berila. . . . . 7,8	galena. . . . . 2,5	rubídio. . . . . 0,3
bismuto. . . . . 2,5	gálio. . . . . 1,5	rutênio. . . . . 8,5
boro. . . . . 9,5	gesso. . . . . 1,5-2	silício. . . . . 7
brnze fosf. . . . . 4	grafite. . . . . 0,5-1	sódio. . . . . 0,4
cádmio. . . . . 2	halita. . . . . 2	talco. . . . . 1
calamina. . . . . 5	hematita. . . . . 6	topázio. . . . . 8
cálcio. . . . . 1,5	hornblenda. . . 5,5	turmalina. . . . . 7,3
calcita. . . . . 3	índio. . . . . 1,2	zinco. . . . . 2,5
carbono. . . . . 10	irídio. . . . . 6-6,5	vidro. . . . . 4,5-4,8

**BRINELL** — esfera de aço temperado,  $\phi$  10 mm — carga 3000 kg

Nota: Os valores entre parêntesis são apenas comparativos.

BRINELL		RESISTÊNCIA kg/mm <sup>2</sup>			ROCKWELL			SHORE	VICKERS
d (mm) carga 3000 kg esfera 10 mm	Dureza BH	Aço Carbono	Aço Cr Aço Mn Aço Cr-Mn	Aço Ni Aço Cr-Ni Aço Cr-Mo	C Rc	B Rb	A Ra		
		0,36 BH	0,35 BH	0,34 BH					
(2.05)	(898)	323.3	314.3	305.3					
(2.10)	(857)	308.5	300.0	291.4					
(2.15)	(817)	294.1	286.0	277.8		—			
(2.20)	(780)	280.8	273.0	265.2	70			106	1150
(2.25)	(745)	268.2	260.8	253.3	68		84.1	100	1050
(2.30)	(712)	256.3	249.2	242.1	66			95	960
(2.35)	(682)	245.5	238.7	231.9	64		82.2	91	885
(2.40)	(653)	235.1	228.6	222.0	62	—	81.2	87	820
(2.45)	(627)	225.7	219.5	213.2	60		80.5	84	765
(2.50)	(601)	216.4	210.4	204.3	58		80.2	81	717
2.55	578	208.1	202.3	196.5	57		79.4	78	675
2.60	555	199.8	194.3	188.7	55	(120)	78.6	75	633
2.65	534	182.2	186.9	181.6	53	(119)	77.9	72	598
2.70	514	185.0	179.9	174.8	52	(119)	77.0	70	567
2.75	495	178.2	173.3	168.3	50	(117)	76.5	67	540
2.80	477	171.7	167.0	162.2	49	(117)	75.7	65	515
2.85	461	166.0	161.4	156.7	47	(116)	75.0	63	494
2.90	444	159.8	155.4	151.0	46	(115)	74.2	61	472
2.95	429	154.4	150.2	145.9	45	(115)	73.4	59	454
3.00	415	149.4	145.3	141.1	44	(114)	72.8	57	437
3.05	401	144.4	140.4	136.3	42	(113)	72.0	55	420
3.10	388	139.7	135.8	131.9	41	(112)	71.4	54	404
3.15	375	135.0	131.3	127.5	40	(112)	70.6	52	389
3.20	363	130.7	127.1	123.4	38	(110)	70.0	51	375
3.25	352	126.7	123.2	119.7	37	(110)	69.3	49	363
3.30	341	122.8	119.4	115.9	36	(109)	68.7	48	350
3.35	331	119.2	115.9	112.5	35	(109)	68.1	46	339
3.40	321	115.6	112.4	109.1	34	(108)	67.5	45	327
3.45	311	112.0	108.9	105.7	33	(108)	66.9	44	316
3.50	302	108.7	105.7	102.7	32	(107)	66.3	43	305
3.55	293	105.5	102.6	99.6	31	(106)	65.7	42	296
3.60	285	102.6	99.8	96.9	30	(105)	65.3	40	287
3.65	277	99.7	97.0	94.2	29	(104)	64.6	39	279
3.70	269	96.9	94.2	91.5	28	(104)	64.1	38	270
3.75	262	94.3	91.7	89.1	26	(103)	63.6	37	263
3.80	255	91.8	89.3	86.7	25	(102)	63.0	37	256
3.85	248	89.3	86.8	84.3	24	(102)	62.5	36	248
3.90	241	86.8	84.4	81.9	23	100	61.8	35	241
3.95	235	84.6	82.3	79.9	22	99	61.4	34	235
4.00	229	82.4	80.2	77.9	21	98	60.8	33	229

**ROCKWELL** { C — cone de diamante 120° — carga 150 kg  
B — esfera de aço temperado,  $\phi$  1/16" — carga 100 kg  
A — cone de diamante 120° — carga 60 kg

**VICKERS** — pirâmide de diamante, base  $\phi$ , 136° — carga 10 kg

BRINELL		RESISTÊNCIA kg/mm <sup>2</sup>			ROCKWELL			SHORE	VICKERS
d (mm) carga 3000 kg esfera 10 mm	Dureza BH	Aço Carbono	Aço Cr Aço Mn Aço Cr-Mn	Aço Ni Aço Cr-Ni Aço Cr-Mo	C Rc	B Rb	A Ra		
		0,36 BH	0,35 BH	0,34 BH					
4.05	223	80.3	78.0	75.8	20	97		32	223
4.10	217	78.1	76.0	73.8	(18)	96		31	217
4.15	212	76.3	74.2	72.1	(17)	95	—	31	212
4.20	207	74.5	72.5	70.4	(16)	95		30	207
4.25	202	72.7	70.7	68.7	(15)	94		30	202
4.30	197	70.9	69.0	67.0	(13)	93		29	197
4.35	192	69.1	67.2	65.3	(12)	92		28	192
4.40	187	67.3	65.5	63.6	(10)	91	—	28	187
4.45	183	65.9	64.1	62.2	( 9)	90		27	183
4.50	179	64.4	62.6	60.9	( 8)	89		27	179
4.55	174	62.6	61.0	59.2	( 7)	88		26	174
4.60	170	61.2	59.5	57.8	( 6)	87		26	170
4.65	166	59.8	58.1	56.4	( 4)	86	—	25	166
4.70	163	58.7	57.1	55.4	( 3)	85		25	163
4.75	159	57.2	55.7	54.1	( 2)	84		24	159
4.80	156	56.2	54.6	53.0	( 1)	83		24	156
4.85	153	55.1	53.6	52.0		82		23	153
4.90	149	53.6	52.2	50.7		81	—	23	149
4.95	145	52.6	51.1	49.6		80		22	145
5.00	143	51.5	50.1	48.6		79		22	143
5.05	140	50.4	49.0	47.6		78		21	140
5.10	137	49.3	48.0	46.6		77		21	137
5.15	134	48.2	46.9	45.6	—	76	—	21	134
5.20	131	47.2	45.9	44.5		74		20	131
5.25	128	46.1	44.8	43.5		73		20	128
5.30	126	45.4	44.1	42.8		72			126
5.35	124	44.6	43.4	42.2		71			124
5.40	121	43.6	42.4	41.1	—	70	—	—	121
5.45	118	42.5	41.3	40.1		69			118
5.50	116	41.8	40.6	39.4		68			116
5.55	114	41.0	39.9	38.8		67			114
5.60	112	40.3	39.2	38.0		66			112
5.65	109	39.2	38.2	37.1	—	65	—	—	109
5.70	107	38.5	37.5	36.4		64			107
5.75	105	37.8	36.8	35.7		62			105
5.80	103	37.1	36.1	35.0		61			103
5.85	101	36.4	35.4	34.3		60			101
5.90	99	35.6	34.7	33.7	—	59	—	—	99
5.95	97	34.9	34.0	33.0		57			97
6.00	95	34.2	33.3	32.3		56			95



# MATERIAIS PARA CONSTRUÇÃO MECÂNICA

## PRODUTOS SIDERÚRGICOS

A carga num alto-forno é feita na parte superior e consta do seguinte: minério de ferro a reduzir (hematita), coque ou carvão de lenha (para fornecer o calor e o CO necessários à redução), e fundente (calcário) para fluidificar as impurezas e formar uma escória mais fusível.

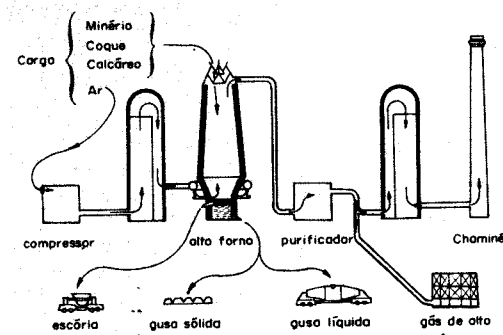
Na parte inferior, logo acima do cadinho é injetado ar quente para alimentar a combustão do carvão. Das reações que se dão resultam os seguintes produtos:

- 1 - gusa que goteja dentro do cadinho.
- 2 - a escória que flutua sobre a gusa.
- 3 - gases

A gusa é recolhida para ulteriores transformações (obtenção de ferro fundido e aço)

A escória é aproveitada para o fabrico de tijolos refratários, cimento, lã mineral e lastro de pavimentação.

Os gases saem pela parte superior e são recolhidos para sua utilização como combustível.

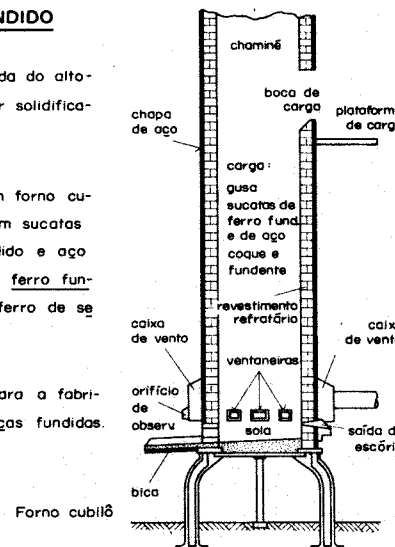


## FERRO FUNDIDO

A gusa retirada do alto-forno pode ser solidificada em blocos.

Refundido num forno cubilô, junto com sucatas de ferro fundido e aço dá origem ao ferro fundido. É um ferro de segunda fusão.

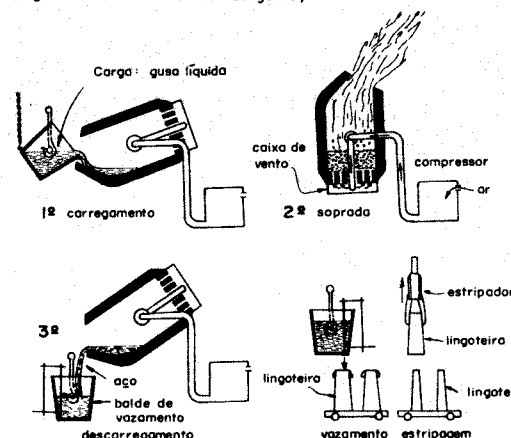
É utilizado para a fabricação de peças fundidas.



## AÇO

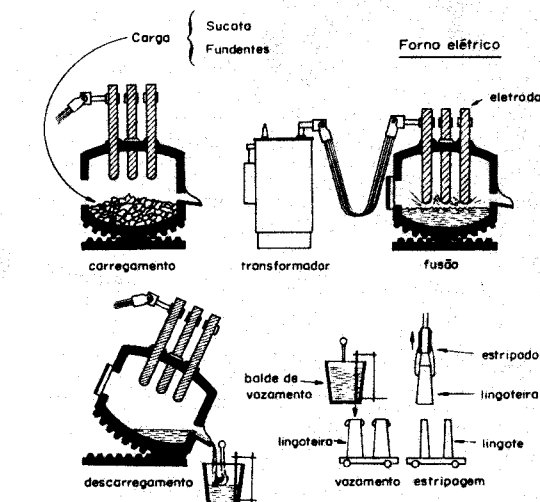
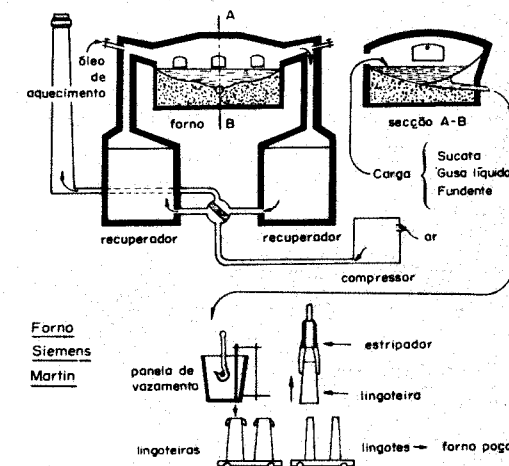
O aço é um produto resultante:

1 - Do refino da gusa bruta no conversor Bessemer ou Thomas (fig. abaixo) a ar ou a oxigênio;



No conversor o oxigênio ou o ar é insuflado entre a massa líquida deixando-a gorgulhar.

2 - Do refino da gusa bruta com sucatas de aço ou de ferro fundido em fornos como o Siemens-Martin e elétrico;



3 - Da refusão de sucata de aço em qualquer forno, menos do tipo conversor.

## FERRO FUNDIDO

É uma liga de ferro-carbono que contém 2 a 6,7% de carbono (industrialmente de 2,5 a 5% C).

As impurezas do minério de ferro e do carvão, deixam no ferro fundido, pequenas porcentagens de silício, manganês, enxofre e fósforo. Os dois primeiros melhoram as qualidades do ferro fundido, o mesmo não acontecendo com os outros dois.

O silício favorece a formação do ferro fundido cinzento e o manganês, o ferro fundido branco.

Características do ferro fundido cinzento:

- 1 - o carbono se apresenta quase todo em estado livre, sob a forma de palhetas pretas de grafita;
- 2 - quando quebrado, a parte fraturada é escura devido à grafita;
- 3 - apresenta elevadas porcentagens de carbono, 3,5 a 5% e silício 2,5%;
- 4 - muito resistente à compressão. Não resiste bem à tração;
- 5 - fácil de ser trabalhado pelas ferramentas manuais e de ser usinado nas máquinas;
- 6 - funde-se a 1200°C, apresentando-se muito líquido, condição que é a melhor para a boa modelagem de peças.

Características do ferro fundido branco:

- 1 - o carbono é internamente combinado com o ferro, constituindo a cementita;
- 2 - quando quebrado, a parte fraturada é brilhante e branca;
- 3 - tem baixa teor de carbono, 2,5 a 3% e silício, 1%;
- 4 - muito duro, quebradiço e difícil de ser usinado;
- 5 - funde-se a 1160°C mas não é bom para a moldagem porque permanece pouco tempo em estado líquido.

## AÇO AO CARBONO

É uma liga de ferro-carbono que contém 0 a 2% de carbono (industrialmente de 0,05 a 1,7%)

Apresenta também pequenas porcentagens de manganês, silício, fósforo e enxofre.

Depois do ferro o carbono é o elemento mais importante. É o elemento determinativo do aço: a quantidade de carbono define o tipo de aço em doce ou duro. O aumento do carbono resulta no aumento da dureza e da resistência à tração e diminuição da resistência e da maleabilidade.

No aço doce, o manganês, em pequena porcentagem, torna-o dútil e maleável. No aço rico em carbono, entretanto, o manganês endurece o aço e aumenta-lhe a resistência.

O silício torna o aço mais duro e tenaz, evita a porosidade, remove os gases, os óxidos, as falhas e vazios na massa do aço. É um elemento purificador.

O fósforo quando em teor elevado torna o aço frágil e quebradiço, motivo pelo qual se deve reduzi-lo ao mínimo possível, já que não se pode eliminá-lo integralmente.

O enxofre é também um elemento prejudicial ao aço, tornando-o granuloso e áspero, devido aos gases que produz na massa metálica. O enxofre enfraquece a resistência do aço.

Características do aço:

- 1 - cor acinzentada;
- 2 - peso específico: 7,8 g/cm<sup>3</sup>;
- 3 - temperatura de fusão: 1350 a 1400°C;
- 4 - maleável (laminase bem);
- 5 - dútil (estira-se bem em fios);

6 - tenaz (resiste bem à tração, à compressão e a outros esforços de deformação lenta);

7 - deixa-se trabalhar bem pelas ferramentas de corte;

8 - apresenta boa resiliência, isto é, resiste bem aos choques;

9 - deixa-se soldar, isto é, uma barra de aço liga-se a outra pela ação do calor (solda autôgena) ou pela ação combinada do calor com os choques, na bigorna ou no martetele (caldeamento)

10 - com determinadas porcentagens de carbono, apresenta condições especiais de dureza (adquire fêmpera)

11 - com determinadas porcentagens de carbono, é mais elástico;

12 - oferece grande resistência à ruptura;

Classificação e seus usos gerais:

$\sigma_{tr}$ kg/mm <sup>2</sup>	%C	Dureza	temperabilidade	Usos
			maleabilidade	
			solabilidade	
35-45	0,05 a 0,15	extra-doce	negativa	Chapas, fios, parafusos, tubos estirados, produtos de caldeiraria
			grande	
			fácil	
45-55	0,15 a 0,30	doce	negativa	Barras laminadas e perfiladas, peças comuns de mecânica
			regular	
			regular	
55-65	0,30 a 0,40	meio-doce	mã	Peças especiais de máquinas e motores, ferramentas para a agricultura
			—	
			difficil	
65-75	0,40 a 0,60	meio-duro	boa	Peças de grande dureza, ferramentas de corte, molas, trilhos
			mã	
			difficilima	
75-100	0,60 a 1,50	duro a extra-duro	fácil	Peças de grande dureza e resistência, molas, cabos, culetaria
			péssima	
			negativa	

## AÇOS LIGA OU AÇOS ESPECIAIS

Além do ferro-carbono contém outros elementos, chamados elementos de adição: níquel, cromo, manganês, tungstênio, molibdênio, vanádio, silício, cobalto e alumínio.

Estes elementos são adicionados em quantidades que proporcionam determinadas características ao aço, tais como: re-

sistência à tração e à corrosão, elasticidade, dureza, etc. bem melhores do que as dos aços-carbono comuns.

Dependendo da porcentagem dos elementos obtêm-se: aços de usinagem, aços para cementação, aços para beneficiamento, aços para molas, aços para ferramentas, aços resistentes à corrosão e ao calor (inoxidáveis), aços com propriedades físicas especiais, aços para válvulas de motores

de explosão, etc.

Aço prata é uma denominação comercial dos aços ferramentas (ao carbono ou especial) de bitola pequena, temperáveis em água ou em óleo. Apresenta aparência brilhante, prateada.

A tabela abaixo mostra os usos industriais dos aços ligas, bem como suas características.

Tipo do aço liga	Porcentagem da adição	Características do aço	Usos industriais
Aços Níquel	1 ÷ 10% Ni	Resistem bem a ruptura e ao choque, quando temperados e revenidos.	Pecas de automóveis Pecas de máquinas Ferramentas
	10 ÷ 20% Ni	Resistem bem à tração Muito duro — Temperáveis em jato de ar.	Blindagem de navios Eixos — Hastes de freios Projétils Válvulas de motores térmicos
	20 ÷ 50% Ni	Inoxidáveis Resistentes aos choques Resistentes elétricos	Resistências elétricas Cutelaria Instrumentos de medida
Aços Cromo	até 6% Cr	Resistem bem a ruptura Duros Não resistem aos choques	Esfers e rolos de rolamentos Ferramentas Projétils — Blindagens
	11 ÷ 17% Cr	Inoxidáveis	Aparelhos e instrumentos de medida — Cutelaria
	20 ÷ 30% Cr	Resistem a oxidação, mesmo a altas temperaturas	Válvulas de motores a explosão Fleiras — Matrizes
Aços Cromo e Níquel	0,5 ÷ 1,5% Cr 1,5 ÷ 5% Ni	Grande resistência Grande dureza — Muita resistência aos choques, torção e flexão.	Virabrequins — Engrenagens Eixos — Pecas de motores de grande velocidade — Bielas
	8 ÷ 25% Cr 18 ÷ 25% Ni	Inoxidáveis Resistentes à ação do calor Resistentes à corrosão de elementos químicos	Portas de fornos — Retortas Tubulações de águas salinas e gases — Eixos de bombas Válvulas — Turbinas
Aços Manganês	7 ÷ 20% Mn	Extrema dureza Grande resistência aos choques e ao desgaste	Mandíbulas de britadores Eixos de carros e vagões Aguilhas, cruzamentos e curvas de trilhos Pecas de dragas
Aços Silício	1 ÷ 3% Si	Resistência à ruptura Elevado limite de elasticidade Propriedade de anular o magnetismo	Molas — Chapas de induzidos de máquinas elétricas Núcleos de bobinas elétricas

Tipo do aço liga	Porcentagem da adição	Características do aço	Usos industriais
Aços Silício Manganês	1% Si 1% Mg	Grande resistência à ruptura Elevado limite de elasticidade	Molas diversas Molas de automóveis e de carros e vagões
Aços Tungstênio	1 ÷ 9% W	Dureza — Resistência à ruptura — Resistência ao calor da abrasão (fricção) Propriedades magnéticas	Ferramentas de corte para altas velocidades Matrizes Fabricação de ímãs
Aços Molibdênio	—	Dureza — Resistência à ruptura — Resistência ao calor da abrasão (fricção)	Não é comum o aço-molibdênio simples — O molibdênio se associa a outros elementos
Aços Vanádio	—	Propriedades magnéticas Dureza — Resistência a ruptura — Alta resistência à abrasão (fricção)	Não é usual o aço-vanádio simples — O vanádio se associa a outros elementos
Aços Cobalto	—	Excepcional dureza em virtude da formação de carboneto	Ímãs permanentes Chapas de induzidos Não é usual o aço-cobalto simples
Aços Rápidos	8 ÷ 20% W 1 ÷ 5% V até 8% Mo 3 ÷ 4% Cr	Resistência de corte, mesmo com a ferramenta aquecida ao rubro, pela alta velocidade. A ferramenta de aço rápido que inclui cobalto, consegue usinar até o aço-manganês, de grande dureza.	Ferramentas de corte, de todos os tipos, para altas velocidades. Cilindros de laminadores Matrizes Fleiras Punções
Aços Alumínio Cromo	0,85 ÷ 1,20% Al 0,9 ÷ 1,80% Cr	Possibilita grande dureza superficial por tratamento de nitretação (termo-químico)	Camisas de cilindro removíveis, de motores a explosão e de combustão interna. Virabrequins — Eixos Calibres de medidas de dimensões fixas

## TRATAMENTOS TÉRMICOS DOS AÇOS

Não é somente da composição química que as propriedades de um aço dependem, mas também dos tratamentos térmicos. Estes tratamentos consistem em alterar a estrutura de aço por meio de aquecimento e resfriamento.

Tipos de tratamentos:

A - baseado em simples aquecimento e resfriamento:

1 - Têmpera — o aço é aquecido até a uma temperatura, igual ou acima da ponto de transformação e em seguida esfriado bruscamente pela imersão na água, no óleo ou no ar.

Efeitos: endurece o aço e torna-o frágil.

Bom efeito só se consegue nos aços com  $\geq 0,4\% \text{ C}$ .

2 - Revenimento — o aço depois de temperado é reaquecido à temperatura abaixo da ponto de transformação e depois resfriado lenta ou bruscamente, conforme o caso.

Efeitos: reduz a fragilidade e a dureza do aço temperado.

3 - Recozimento — o aço é aquecido à temperatura inferior ao ponto de fusão e resfriado lentamente dentro de cinza, cal ou areia. Um recozimento chamado normalização se aplica aos aços fundidos, laminados ou forjados.

Efeitos: abrande o aço temperado, recupera o aço prejudicado pelo superaquecimento, melhora a estrutura e anula tensões internas.

Beneficiamento = Têmpera + Revenimento

B - baseado em aquecimento e resfriamento com reações químicas:

1 - Cementação — precede à têmpera e consiste em aquecer, durante várias horas, a peça juntamente com o material sólido, líquido ou poroso, rico em C, à temperatura superior a de transformação e depois resfriá-la lentamente.

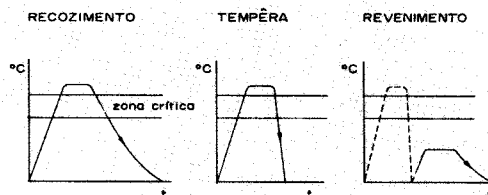
Efeitos: depois da peça temperada e revenida, apresenta uma superfície mais dura.

Bons para cementar são os aços com  $< 0,2\% \text{ C}$ .

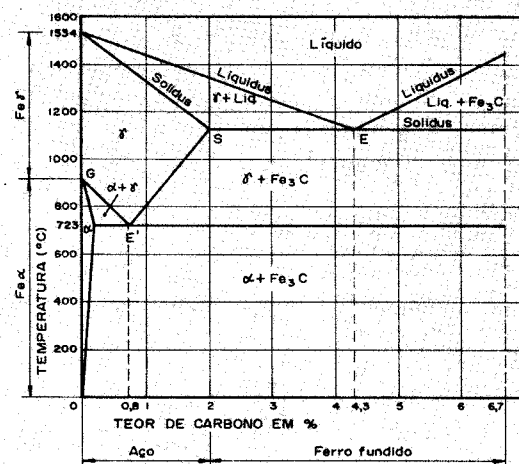
2 - Nitretação — visa introduzir N na superfície do aço de modo que este apresente excepcional dureza e resistência ao desgaste. Não precisa ser temperado.

3 - Cianetação — visa introduzir na superfície do aço simultaneamente N e C para aumentar a dureza e a resistência.

## TEMPERATURAS DOS TRATAMENTOS TÉRMICOS



## DIAGRAMA DE EQUÍLÍBIO Fe-C



Este diagrama apresenta as temperaturas em que ocorrem as diversas transformações dessas ligas em função do seu teor de carbono.

Quando o carbono combina com o ferro forma um composto chamado carboneto de ferro com 6,7% de C chamado cementita.

Acima da curva liquidus a solução está no estado líquido e abaixo da curva solidus, no estado sólido.

O ferro puro, 0% C, funde a 1534° C.

De acordo com a temperatura o ferro se apresenta nas seguintes formas alotrópicas  $\text{Fe}\alpha$  e  $\text{Fe}\delta$ .

A adição de carbono provoca modificações nas temperaturas das transformações das formas alotrópicas conforme mostra o gráfico.

$\text{Fe}\delta$  em solução com carbono = austenita

$\text{Fe}\alpha$  = ferrita (forma solução pouco extensa com C)

Linha GE'SE e a horizontal de 723° C chamam-se linhas de transformação e a região delimitada por elas denominada-se zona crítica.

E' = ponto eutetóide (0,8% C). Ligas com esse teor são chamados eutetóides. Aços com  $< 0,8\% \text{ C}$  são os aços hipo-eutetóides, e 0,8 a 2% C são os hiper-eutetóides.

A liga com 4,3% (ponto E) é a mais fusível de todas, razão pela qual toma o nome de "eutética" que quer dizer bem fusível. Os ferros fundidos com menos de 4,3% chamam-se hipo-eutéticos e os com mais de 4,3% hiper-eutéticos.

0,05 a 1% C são os aços mais usados

1 a 1,5% C são usados para ferramentas

1,5 a 2,5% C produtos siderúrgicos pouco usados

2,5 a 4% C ferros fundidos mais empregados

4 a 6,7% C ferros fundidos pouco usados

## FORMAS COMERCIAIS DOS AÇOS

Os aços de baixo teor de carbono (< 0,30%) são vendidos na forma de vergalhões, perfilados (L, T, duplo T, H, U, etc.) chapas, fios e tubos.

Os aços com médio e alto teor de carbono (> 0,30%) são encontrados no comércio na forma de vergalhões (chatos, quadrados, redondos e sextavados) chapas e fios. As chapas são em geral:

- chapas pretas: tais como saem dos laminadores;
- chapas galvanizadas: revestidas de zinco;
- chapas estanhadas (folhas de flandres).

Os tubos podem ser:

- com costura: resultam da curvatura de chapas estreitas, cujas bordas são encostadas e soldadas por processo automático.
- sem costura: produzidos por meio de perfuração, a quente, em máquinas chamadas prensas de extrusão.

## CLASSIFICAÇÃO DOS AÇOS

### 1 - Classificação da DIN (alemã)

#### a) Aços ao carbono:

Usa-se o símbolo St (stahl = aço), seguido da resistência mínima à tração.

Ex.: St 42 ( $\sigma_{tr} = 42 \text{ kg/mm}^2$ )

No caso de aços de qualidade emprega-se a letra C seguido do teor de carbono multiplicado por 100.

Ex.: C 35 (teor médio de C = 0,35%)

Quando o aço é fino (c/ baixo teor de P e S), usa-se o símbolo Ck seguido do teor médio de C multiplicado por 100.

Ex.: Ck 15 (aço fino com teor médio de C = 0,15%)

#### b) Aços liga

No caso de baixa liga, os aços são representados de acordo com o seguinte exemplo.

teor de C multiplicado por 100.  $\left[ 25 \right] \left[ Cr \right] \left[ Mo \right] \left[ 4 \right]$  % final, obtida através do multiplicador dos elementos liga, no caso, o do cromo.

Elementos liga	Multiplicador
Cr, Co, Mn, Ni, Si, W	4
Al, Cu, Mo, Ti, V	10
P, S, N, C	100

Ex.: 10 Cr Mo 9 10  $\left\{ \begin{array}{l} C = 0,10\% \\ Cr \times 4 = 9 \therefore Cr = 2,25\% \\ Mo \times 10 = 10 \therefore Mo = 1\% \end{array} \right.$

No caso de aços de alta liga (> 5%) a designação é feita antepondo-se a letra X, e dispensando os multiplicadores com exceção do multiplicador do C.

Ex.: X 10 Cr Ni Ti 1892  $\left\{ \begin{array}{l} 0,1\% C \quad 18\% Cr \\ 9\% Ni \quad 2\% Ti \end{array} \right.$

Aços e ferros fundidos:

GG (grauguss) fefo cinzento GH (hartguss) fefo em coquilha

GT (temperguss) fefo nodular GS (stahlguss) aço fundido

Ex.: GG 18 — fefo cinzento com  $\sigma_{tr} = 18 \text{ kg/mm}^2$

GS 22 Mo 4 — aço fundido com 0,22 C e 0,40% Mo

Símbolos complementares

M — aço Siemens-Martin Y — aço L.D.

T — aço Thomas E — aço de forno elétrico

W — aço Bessemer

Ex.: MSt 60 — aço Siemens-Martin com  $\sigma_{tr} = 60 \text{ kg/mm}^2$

B — por usinagem (Bearbeiten) V — beneficiado (Vergüten)

E — cementado (Einsatzhaerten) N — normalizado (Normalgluehen)

G — recozido (Gluehen) K — deformado a frio

Ex.: M 16 Mn Cr 5 G — aço Siemens-Martin recozido moie

E 36 Cr Ni Mo 4 V — aço de forno elétrico, beneficiado

### 2 - Classificação da ABNT

É a adotada pela SAE. Os dois primeiros algarismos definem o tipo do aço e os dois últimos (XX) o teor de C multiplicado por 100.

Ex.: SAE 3150 (1,25 Ni, 0,65 Cr, 0,50% C).

C = carbono Ni = níquel Mo = molibdênio V = vanádio Mn = manganês

Tipos	Denominação		Características e composição em %
	ABNT	Villares	
Aços C	10XX	VT-XX	Comuns
	11XX	—	Usinagem fácil ou Resulf.
	13XX	—	Ao manganês — 1,75 Mn
	T-13XX	—	Com elevado teor de Mn
Aços Ni	20XX	—	0,5 Ni
	21XX	—	1,5 Ni
	23XX	—	3,5 Ni
	25XX	—	5,0 Ni
Aços Ni-Cr	30XX	—	Inox. e resist. à altas temp.
	31XX	—	1,25 Ni — 0,65 Cr
	32XX	—	1,75 Ni — 1,0 Cr
	33XX	—	3,5 Ni — 1,5 Cr
Aços Mo	40XX	—	0,25 Mo
	41XX	—	0,90 Cr — 0,20 Mo
	43XX	—	1,75 Ni — 0,80 Cr — 0,25 Mo
	46XX	—	1,75 Ni — 0,25 Mo
Aços cromo	50XX	—	0,3 — 0,6 Cr
	50XXX	—	0,5 Cr — 1,0 C
	501XX	—	0,5 Cr (para rolamentos)
	51XX	—	0,8 — 1,05 Cr
Aços Ni-Mo	51XXX	—	1,0 Cr — 1,0 C
	511XX	—	1,0 Cr
	514XX	—	Resistente ao calor
	515XX	—	Resistente ao calor
Aços Ni-Cr-Mo	52XX	—	1,20 Cr
	52XXX	—	1,45 Cr — 1,0 C
	521XX	—	1,45 Cr
	52XXX	—	1,45 Cr
Vários	66XX	VB-XX	0,55 Ni — 0,5 Cr — 0,20 Mo
	67XX	—	0,55 Ni — 0,5 Cr — 0,25 Mo
	93XX	VA-XX	3,25 Ni — 1,2 Cr — 0,12 Mo
	97XX	—	0,55 Ni — 0,17 Cr — 0,20 Mo
Vários	98XX	—	1,0 Ni — 0,8 Cr — 0,25 Mo
	61XX	VN-XX	0,9 Cr — 0,15 V
	70XX	—	Aço tungstênio
	92XX	VS-XX	2,0 Si — 0,55 Mn
Vários	94XX	—	1,0 Mn — 0,45 Ni — 0,4 Cr — 0,12 Mo
	94XX	—	1,0 Mn — 0,45 Ni — 0,4 Cr — 0,12 Mo

Os aços fundidos são designados por 4 algarismos seguidos por AF. Os dois primeiros indicam a tensão de ruptura em  $\text{kg/mm}^2$  e os dois últimos a elongação em %.

Ex.: 4524 AF

# MARCAS EQUIVALENTES DE AÇOS

VILLARES	NORMA ALEMA		NORMA AMERICANA AISI	DOENLER	MARATHON	SOEDERFORS	PHOENIX	UDDENHOLM	ROECHLING	ALPINE	DALFOUR	BOFORS	POLDI	ALLEGHERY LUDLUM	CRUCIBLE	ATLAS	FIRTH BROWN	JESSOP	CARPENTER	VILLARES
VWK-10	3265	E 18 Co 10	T-5	CC	KOBALT-1	SOD-28	Hanna Spezial K-10	CASTOR-9	GIGANT-48	DEAFIDIOS EXTRA	—	Q-10	—	Super Panter	Rea Super Cut	NIPIGON	—	PURPLE LABEL EXTRA	—	VWK-10
VWE-5	2251	E Co 5	T-8	SUPER RAPID EXTRA 200-M	KOBALT-2	SOD-27	Hanna Spezial K-5	CASTOR-3	Cutter Extra	CRANDIOS	Ultra Capital plus one	Q-5	RADECO	Panther Extra H	REX-95	POWHATAN	SPEEDICUT 14	JESCO	GOLD STAR	VWK-5
VW Super	3355	B-18	T-1	SUPER RAPID EXTRA	Rapid Spezial	SOD-25	PLUTO-G	CASTOR-3	DBA-18 / /GIGANT-31	KOMALP-3-H EXTRA	Ultra capital	P-10	MAXIMUM SPECIAL 35	LXX	REX-AA	SPARTAN-7	SPEEDICUT MAX. 18	ARK-Superior	STAR ZENIT	VW Super
VW-4	2561	30 W Cr V 51	H-20	WKZ	SPECIAL W	SOD-22/24	SGHV	VALAND-1	DIQ/RCW-2	WMW / /WMW-4	HDS-227	RT-45	HPS-212	ATLAS-A	PEERLESS-A	SENECA	KBDE	BBHDS	TK	VW-4
VPCW	2563	40 Cr Mo V 51	H-12	US ULTRA 4	S 38	SOD-47	WCD	ORVAR	RWS	—	ADIC	RT-27	212-L	POTOMAC	HALCOMB-218	CRODI	—	G.I.SPECIAL	883	VPCW
VW-4	2564	30 W Cr V 41	—	WN	Durax Spezial	—	NSW	CALIX	PULSUS RWS	WAM	—	—	P-425	—	—	RED INDIAN	—	—	—	VW-4
VMO	2713	55 Ni Cr Mo V 6	—	G N M	A M S	—	ARG	INCUS	STANTOR RGE-1	WMC SPEZ	—	DRD-1133	—	—	—	—	—	—	—	VMO
VC-131	2436	210 Cr W 48	D-6	SPECIAL KR	BORA	SOD-62-w	Triumphator-W	SVERKER-3	RCC EXTRA	Status Spezial-W	—	NT-60	2002 SPECIAL	—	—	—	—	H-42	—	VC-131
VC-130	2291	165 Cr V 45	D-3	SPECIAL KN	Bura Spezial	SOD-43	Triumphator	SVERKER-1	RCCw	Status Spezial	SC-27	ROP-37	2002	ONTARIO DE-1 / /HURON-DS-2	HYCC	N.N.	DIEHARD	ALLOY-C	HAMPDEN / /610	VC-130
VW-3	2542	45 W Cr V 7	S-1	MY EXTRA	DURAX W-2	SOD-18	U-4	REGIN-3	RTW-2-H	AKHW	—	RTD-912	TENAX	SEMINOLE	—	FALCON	FS-43	O.K.	EXCELO	VW-3
VW-1	2518	120 W V 4	O-7	T W V	T P	SOD-17-A	G W	BORE-2	RTW-1	Status Superior	—	TP-24	SOLAR	—	BADGER	—	—	—	—	VW-1
VCO	2721	50 Ni Cr 13	—	N B S	CNK-2	SOD-85	BSY	GRANE-1	M.M.	LNBT	R-930	HRO-1243	—	—	—	R.A.B-1	—	G-1	—	VCO
VND	2419	105 W Cr 6	O-1	AMUTIT 8	VERESTA	SOD-16	MS (Idealit)	ARNE	DU-4/RUS-4	Status Extra	NSB-3	RT-1733	Stahl Spezial	SARATOGA	KETOS	KER-WATIN	NONVAR/MCT	H-4-SPECIAL	STENTOR	VND
VC-12	2067	100 Cr 6	L-3	EXTRA K	W K L	SOD-11-A	KW-1	—	RTC-14	—	PRN-2	ER-1855	CR-1	ALBANY	—	—	—	—	—	VC-12
VSTD	1640	C 100 W 2	W-2	PRIMA MYTEL HART 100	ES-4	SOD-4	ETD	UMB-20	RG-10	Extra Zuck hart	ETD	B-26-V	E-ZH / /PS SPECIAL	POMPTON	Sanderson Crescent Special	X-10 REFINED-10	Best Cast Steel	Yellow-Label Blue-Label	11-Special/50	VSTD
VET-3	1620	C 78 W 2	W-1	PRIMA WEICH	ES-6/UB-75	SOD-2	Prima weich	UMB-15	RG-7/RG-6	—	BB	B-12	—	—	Machsteel-60	—	P-76-C	—	—	VET-3
VC-180	4001	2 18 Cr 12	410	ANTINIC KW-10	1510/1510-H	SOD-502	ARW	Se-1	RNOG	—	2-R-37	—	—	—	—	—	—	—	—	VC-180
VC-139	4034	2 40 Cr 13	420	ANTINIC KW-20	1540	SOD-512	ARH Mittelher	Se-6	RNO-8	—	TIPO-13	2-R-107	A-K-SPECIAL	USS-430	REZINTAL 430/431	—	PH	R-2	CARP-430	VC-139
VCM-180	4300	2 13 Cr Ni 18-8	304	ANTINIC AS-2	1880	SOD-556	MA-1	Se-3-M	ANOXIN-1	Blanco Special	TIPO 184-127 / /H-8-8	RIM-29	—	USS-364	REZINTAL Ks-2/Se-2-5	NO-KOR-O 18-8	PST	R-2	CARP-304	VCM-180
VCM-182	4371	2 19 Cr Ni Mo Ti 18-10	316	ANTINIC SAST-4	1880 SSW	SOD-563	MA5-w	Se-24	ANOXIN-4	—	Nº. BB-4-K	RIM-200	AKV-EXTRA	USS-316	REZINTAL Ks-2-5-MO	—	—	R-16	CARP-316	VCM-182
VV-30	4747	80 Cr Ni Si 20	—	SIC-20	—	—	V-2705	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VV-30
VV-45	4718	2 45 Cr Si 9	—	701	SILCHROM-9	—	—	—	RVE	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VV-45
VV-20	4641	2 18 Cr Ni Si 20-20	—	ANTITERM P-8-B	11-A	SOD-576	R-1	—	NH-22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VV-20
VPE	—	—	—	PERMANIT 30	—	SOD-31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VPE
INVAR	—	—	—	NIP-36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	INVAR
VA-15	5752	14 Ni Cr 14	3310	ES SPECIAL	CNW-4	SOD-81	LM-1	MICRO-33	RAE-3	EB-35	AB-36	HR-33	—	CARRILOV 33/12	SAE-3312	Saprimperio	P-104	G-16/G-15	126	VA-15
VM-30	—	—	4317/20	ES PRIMA	CNW-3	SOD-82	RNC-1	MICRO-31	RAE-2	L19-25	—	DR-44	—	AISI-4320	SAE-4320	—	—	—	—	VM-30
VB-20	—	—	8617/20	S-133	NW-2	SOD-2511/115	—	—	DCE/RECH-1	—	—	—	—	—	HOBALLOY	Impacte	FIRTHOS	—	—	VB-20
VR-15	7015	15 Cr 3	5113	E B-60	C W H	—	EC-50	—	EC-60	EC-60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VR-15
VM-40	—	—	4340	N M H	DN-2	—	HNC 1.3-H	MICRO-81	RAN-1	—	—	—	—	AISI-4340	—	—	—	—	—	VM-40
VL-30	7218	25 Cr Mo 4	4138	VCL-125	B S W	—	S 200 W	—	VCM-125	HRM-15	—	—	—	—	—	Ultimo-4	—	—	—	VL-30
VL-40	7225	42 Cr Mo 4	4140	VCL-150	B S H	—	DS	—	VCM-140	HRM-40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VL-40
VB-30	—	—	8630	S-240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VB-30
VB-40	—	—	8640	S-288	DCN-2	SOD-2341/125	—	—	P-3-E	HIR-15-W	A-B-10	CR-43/45	2-ROZ-2/ROZ-3	—	—	NCM-1	—	—	—	VB-40
VB-50	—	—	8650	S-258	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VB-50
VB-60	—	—	8660	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VB-60
VR-35	7023	34 Cr 4	5135	VB-135	B S O	—	VC-135	—	KPDZ-w	—	—	—	—	—	—	SPS-245	—	—	—	VR-35
VR-40	7035	41 Cr 4	5140	V M C	RBO SPECIAL	—	—	—	RPDZ	HR-102-C-107 / /HMV-25	—	—	—	AISI-5140	—	—	—	—	—	VR-40
VN-50	6136	30 Cr V 4	6130	VB-150-CRV	DCRV	SOD-46	CV5	—	P-2-K	HMV-50	—	RP-1152	—	AISI-6130	—	Ultimo-4	H-144	—	—	VN-50
VR-30	—	—	5150	VB-150-CRV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	AISI-5150	—	—	—	—	—	VR-30
VR-60	—	—	5160	C R V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	AISI-5160	—	—	—	—	—	VR-60
VS-60	6071	65 Si 7	9260	2-S1	—	SOD-43	—	TIRREFIN-1	—	SP	—	—	—	AISI-9260	—	—	—	—	—	VS-60
VPC	1141	CK-15	1015	E-2	E W	SOD-4-5	FSH	—	RE-2	EPW	—	B-4-V	WAB/WAR SPECIAL/W-4	—	—	HADY IRON	—	—	—	VPC
VT-20	1151	CK-22	1020	E-2 (WH)	UB-50	—	BM-25	—	RM-2	MA-6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VT-20
VT-35	—	—	1034	N H	—	—	BM-35	—	RM-3	MA-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VT-35
VT-32	1181	CK-35	1038	N H	UB-60	—	—	—	—	—	—	—	T-4-P	—	—	MACH-40	—	—	—	VT-35
VT-30	1210	CK-33	1056	H	UB-65	SOD-41/0-3	BM-45	UMB-10	RM-5	MA-4/BR-45	BBM	B-10	T-4-H	AISI-1050	Mach Steel 45	ATLAS CM	P-45-C	JH-4	—	VT-30
VT-40	1223	CK-40	1060	HH	UB-80	—	BM-60	—	RM-6	MA-3	—	—	T-5-W-EXTRA	—	—	—	—	—	—	VT-40
VT-70	1249	CK-47	1070	HH-70	DURO-6	—	—	—	RM-70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VT-70
VT-80	—	—	1080	HH-85	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	VT-80
VT-95	—	—	1095	HH-106	—	SOD-46	—	—	DMO/RP-4-5	—	Ret. Ver. BR-AZ	—	—	AISI-1095	—	—	H-140	JT-34/35	—	VT-95
32100	—	—	32100	V-150	S K L	—	KL-1	—	—	KL-3	—	P-4	—	—	—	—	—	—	—	32100

# COBRE E BRONZE

## COBRE

O cobre é encontrado comercialmente nos seguintes modos:

- cobre eletrolítico
- cobre fosforizado
- cobre com prata
- cobre arsenical: contém 0,04 a 0,45% de arsênico. É empregado para tubos e chapas de condensadores, estruturas soldadas e chapa de fornalha.

Denominação	Cobre eletrolítico	Cobre fosforizado	Cobre com prata
Composição nominal	cobre 99,9% mínimo prata —	99,9% 0,03%	99,9% 0,03% mínimo
Usos típicos	barras condutoras, comutadores elétricos, chaves elétricas, cabos e condutores, bússas, pinos, rebites, pregos, fornalhas, cozinhadores, destiladores	tubos para refrigeração e equipamento de troca de calor, tubulação em geral	comutadores elétricos, radiadores
Propriedades gerais	alta condutibilidade elétrica, alta condutibilidade térmica, excelente facilidade de ser trabalhado	melhor facilidade de conformação e dobramento do que o cobre eletrolítico; preferido para serviço de caldeiraria e solda por fusão	resiste ao amolecimento em temperaturas inferiores a 350°C; alta condutibilidade elétrica e térmica
Propriedades de trabalho	a frio a quente usinagem solda por fusão solda a estanho polimento	excelente excelente regular o cobre fosforizado é preferido excelente excelente	excelente excelente má por vidro, por arco de carbono e por arco metálico excelente excelente
Densidade, g/cm <sup>3</sup>	8,9	8,9	8,9
Módulo de elasticidade, kg/mm <sup>2</sup>	12000	12000	12000
Coefficiente de expansão térmica entre 20°C e 300°C, por grau	0,0000177	0,0000177	0,0000177
Condutibilidade elétrica em % IACS, a 20°C (resolvido)	100 mínimo	85 mínimo	100 mínimo
Condutibilidade térmica em cal/cm <sup>2</sup> /seg/°C, a 20°C	0,834	0,810	0,835
Resistência a tração, kg/mm <sup>2</sup>	duro mole	duro mole	duro mole
	35 22 34 22 33 22	35 22 — 22 39 22	36 23 — — — —
Alongamento em % sobre 2"	bobina 6 45 barra 16 55 tubo 6 45	5 45 — 45 8 45	5 40 — — — —
Resistência elástica, com 0,5% de deformação	bobina 33 5 barra 32 5 tubo 36 5	32 5 — 5 35 5	33 5 — — — —
Dureza Rockwell	bobina 50R 40F barra 47R 40F tubo 60R 40F	50R 40F — 40F 60R 40F	55R 40F — — — —
Especificações ASTM mais aproximadas	chapas e tiras B11, B101, B152 barras B12, B48, B49, B124, B133, B187 tubos B13, B111, B188	B11, B101, B152 B12, B124, B133 B13, B42, B68, B75, B88, B111	B101, B152 — —

O cobre possui as seguintes vantagens:

- extremamente maleável
- insuperável na propriedade de poder ser trabalhado a quente ou a frio.
- pode ser unido por rebiteagem ou por solda.
- incomparável quanto à condutibilidade da corrente elétrica.
- excelente condutibilidade térmica.
- praticamente imune a corrosão atmosférica.
- ideal para equipamentos tais como: destiladores, filtros, encanamentos, reatores, evaporadores, auto-claves, tanques, serpentinas, alambiques, cozinhadores, bombas, condensadores, tubos de evaporação, etc., para ácidos aldeídos, álcoois, resinas, soda cáustica, etc.
- não é magnético e não dá centelhas, propriedades importantes em algumas aplicações.

## LIGAS DE COBRE

O cobre forma ligas com muitos metais e isso permite produzir centenas de ligas que apresentam grandes variedades de propriedades importantes. As ligas mais importantes são: bronze, latão, metal patente e alpaca.

## BRONZES

São ligas de cobre (Cu) e estanho (Sn). Talvez a mais importante das ligas de cobre por sua notável propriedade de resistência ao atrito. Esta condição lhe confere especial valor industrial. Muitas vezes são adicionados outros elementos, tais como Zn, Pb, Al, etc., por isso, chamados bronzes de Zn, bronzes de Pb, etc.

Os bronzes têm as seguintes propriedades:

- ótimo material para moldagem.
- funde-se a 800°C.
- excelente resistência ao atrito.
- oxida-se um pouco.
- bom condutor de eletricidade e de calor.
- tanto mais duro quando maior a porcentagem de estanho.
- densidade: de 8,3 a 8,9.

Os tipos usuais de bronze são:

- bronze ordinário: 90 a 94% de cobre e 10 a 6% de estanho.
- bronze de sinos: de 77 a 80% de cobre e 23 a 20% de estanho.
- bronze fosforoso: com 90,4% de cobre, 8,9% de estanho e 0,7% de fósforo. Tem qualidades excepcionais como metal anti-fricção, é mais duro e resistente do que o bronze ordinário e resiste bem à ação dos ácidos.
- bronze de alumínio: 95 a 85% de cobre e 5 a 15% de alumínio. É um bronze duro e resistente.
- bronze de manganês: é um bronze com adição de cerca de 6% de manganês. Resistente e com boas condições de alongamento.
- bronze de chumbo: é um bronze com adição de 8 a 18% de Pb, o que lhe dá grande plasticidade e resistência aos ácidos.

Os bronzes produzidos pela Termomecânica estão relacionados na tabela da página seguinte.

## PRINCIPAIS LIGAS DE BRONZE

CLASSIFICAÇÃO	COMPOSIÇÃO NOMINAL							ESPECIFICAÇÕES		PROPRIEDADES MECÂNICAS		
	Cu	Sn	Pb	Zn	Fe	Al	Mn	SAE	ASTM	Resistência à tração Kg/cm <sup>2</sup>	Alongamento em 2" %	Brinell 500 Kgs.
Bronze ao Estanho e Zinco	88	10		2				62	B-143-1A	2100	14	70
Bronze com Alto Teor de Chumbo	80	10	10					64	B-144-3A	1750	8	65
	83	7	7	3				660	B-144-3B	2100	12	62
	85	5	9	1				66	B-144-3C	1750	8	52
	70	5	25						B-144-3E	1470	7	45
	72	5	15	8				TM - 23	B-144-3F	1470	7	40
Bronze Vermelho ao Chumbo	83	4	6	7					B-145-4B	2030	15	55
Bronze Manganês	62			28,5	3	5	3,5	430-B	B-147-8B	6300	15	180
Bronze Alumínio	88,5				1	10,5		68 B	B-148-9B	4550	20	110
	85,2			NI 4	4	10,7			B-148-9C	5250	12	150
	78				4	10,5	3,5		B-148-9D	6300	6	190

## APLICAÇÕES

Os bronzes desta classe têm excelentes propriedades para peças estruturais e para aplicações com vapor. São usados para juntas de expansão, conexões, engrenagens, parafusos, porcas e válvulas. Estes bronzes podem ser termicamente tratados para melhorar suas propriedades mecânicas, especialmente a ductilidade, bem como para as aplicações hidráulicas de pressão, por corrigir os defeitos interdendríticos. O tratamento térmico usual consiste em aquecer por uma hora por polegada de espessura a 760°C. O resfriamento deve ser de preferência lento. Estes bronzes podem ser facilmente soldados com eletrodos de bronze fósforo, nus ou revestidos. Esses eletrodos não devem conter zinco.

Bronzes destinados convencionalmente para mancais. Estas ligas foram desenvolvidas para substituir os chamados "bronzes fosforosos" (ligas Cu-Sn). A adição do chumbo resulta em grande aumento para as qualidades de anti-frição da liga, melhora sensivelmente a usinabilidade e facilita o processo de fundição. Os bronzes desta classe têm hoje inteira aceitação como bronzes padrão para mancais. As diferentes aplicações e resultados obtidos com esta classe de bronze não podem ser discutidos sem a separação dos tipos de fundição e de seu consequente resfriamento. O zinco tem a tendência de provocar a segregação do chumbo, porém, na fundição contínua ou na fundição centrífuga em conchilha, este efeito é praticamente anulado pelo intensíssimo resfriamento. A adição do zinco é extremamente benéfica pois garante uma maior compactidade e melhora as condições de fundição. O comportamento destas ligas, quando aplicadas em mancais, deve também ser considerado sob os pontos de vista de lubrificação, carga específica e probabilidade do correto alinhamento entre eixo e mancal. Assim, pode-se dizer que as ligas devem ter tanto mais chumbo quanto mais imperfeita for a lubrificação. Naturalmente as ligas de alto teor de chumbo (25%) devem ser aplicadas onde a lubrificação é precária e as cargas unitárias relativamente baixas. Estas ligas de alto teor de chumbo, fabricadas pela fundição contínua são aplicadas em motores de aviação com ótimos resultados. A fundição em areia destas ligas dá péssimos resultados, devido à formação de bolsões de chumbo de exageradas dimensões.

Estas ligas são usadas para aplicações gerais onde são desejadas razoáveis propriedades de resistência mecânica. São largamente usadas na manufatura de peças para resistir a pressões hidráulicas. São eventualmente usadas para mancais e para uma infinidade de outras aplicações não específicas. A segunda liga desta classe, com teor mais alto de zinco, tem maior usinabilidade, porém, tem também menor resistência mecânica e menor alongamento, e não deve trabalhar a temperaturas acima de 250°C.

Ligas de bronze manganês devidamente fundidas produzem peças de alta resistência, dúteis e não magnéticas, possuindo ótima resistência à ação corrosiva da água do mar, águas de esgoto, atmosferas industriais e outros agentes corrosivos. São porém sujeitas a fraturas com o tempo sob solicitações repetidas quando carregadas acima de seu ponto de escoamento, como na aplicação em certos tipos de válvulas. São usadas para várias partes de bombas marítimas, maquinário hidráulico, válvulas, hélices, engrenagens de rosca sem fim, etc. A grande contração na fundição requer especiais cuidados, tanto no desenho da peça como na prática de fundição, sendo necessários grandes canais de alimentação.

Este grupo de ligas possui alta resistência combinada com alta ductilidade, baixo coeficiente de fricção contra o aço e alguns outros metais, dureza comparável à do bronze manganês aliada à boa resistência à corrosão, ao choque e à fadiga. Devido a estas propriedades o bronze alumínio é aplicado em suporte de canhões, engrenagens para maquinários pesado, porcas para avanço em máquinas operatrizes, hélices, partes de bombas, guias e assentos de válvulas.



# LATÃO E ALPACA

## LATÕES

São ligas de cobre (Cu) e zinco (Zn) em certas proporções. Às vezes, possuem de pequena porcentagem de chumbo (Pb).

Os latões apresentam as seguintes propriedades:

- são dúcteis e maleáveis.
- são bons condutores de calor e de eletricidade (menos do que o cobre).
- resistentes à ação da água e do ar.
- mais fusíveis e mais fáceis de trabalhar que o cobre.
- os latões com menos de 44% de Zn são os mais tenazes e, por isso, os de uso mais freqüente na indústria.
- fundem-se a 900° C.
- densidade: 8,4 a 8,7
- cor variável do avermelhado (com menos de 10% de Zn), passando pelo amarelo ouro (até cerca de 40% de Zn) ao branco (acima de 40% de Zn).

A Termomecânica produz os seguintes latões:

— latão "U" de excelente usinabilidade. Contém cerca de 3% de Pb. Características:

$$\sigma_{tr} = 34 \text{ a } 47,5 \text{ kg/mm}^2 \quad \sigma_e = 12,5 \text{ a } 36,5 \text{ kg/mm}^2$$

$$\epsilon = 12,5 \text{ a } 36,5\% \quad RB = F 68 \text{ a } B 80$$

Usinabilidade: 100

— latão "P": é normalmente utilizado para perfis. Esta liga é escolhida pela sua alta forjabilidade necessária para perfis de intrínseca secção reta.

— latão "F": escolhido para aliar boa forjabilidade a uma razoável usinabilidade, contém 2% de Pb. Características:

$$\sigma_{tr} = 36,5 \text{ kg/mm}^2 \quad \sigma_e = 14 \text{ kg/mm}^2$$

$$\epsilon (2") = 45\% \quad RB = F 78$$

Usinabilidade: 80

— latão "AR": liga de latão sílico-manganes. Para aplicações onde se deseja alta resistência, e boa propriedade para mancais. Características:

$$\sigma_{tr} = 48 \text{ a } 55 \text{ kg/mm}^2 \quad \sigma_e = 24 \text{ a } 28 \text{ kg/mm}^2$$

$$\epsilon (2") = 10 \text{ a } 15\% \quad RB = 70 \text{ a } 86$$

Usinabilidade: 32

A ISAM produz os seguintes latões:

Denominação	Latão 64/36	Latão 70/30
Composição nominal	cobre 64% zinco 36%	70% 30%
Usos típicos	para estampagem profunda, repunção e, preferencialmente todos os processos de fabricação: pino, rebite.	cartuchos e munições para estampagem profunda, rebites, pino, tanques de radiadores, bases de lâmpadas, refletores, aquecedores, fitas.
Propriedades gerais	excelentes propriedades de trabalho a frio	possui melhor combinação de resistência e ductilidade do que os outros latões; excelentes propriedades de trabalho a frio.
Propriedades de trabalho	a frio a quente usinagem solda a estanho polimento	excelente razoável razoável excelente excelente
Densidade, g/cm <sup>3</sup>	8,47	8,53
Módulo de elasticidade, Kg/mm <sup>2</sup>	10500	11000
Ponto de fusão em °C	925	965
Coefficiente de expansão térmica entre 20°C e 300°C, por grau	0,0000203	0,0000198
Condutibilidade elétrica em % IACS, a 20°C	27	28
Condutibilidade térmica em cal/cm <sup>2</sup> /cm/sq/°C	0,28	0,29
Resistência a tração, Kg/mm <sup>2</sup>	duro 56 42 —	mole 33 34 —
Alongamento em % sobre 2"	laminados 8 treilhados 25 tubos —	82 65 —
Resistência elástica extensão de 0,5% em Kg/mm <sup>2</sup>	laminados 42 treilhados 32 tubos —	10 11 —
Dureza Rockwell	laminados 80B treilhados 70B tubos —	64F 66F —
Especificações ASTM mais aproximadas	laminados B36 treilhados B134 tubos —	B19, B36 B134 B135

Denominação	Latão RPb	Latão FC	Latão FB
Composição nominal	cobre 64% zinco 34% chumbo 2%	61% 36% 3%	60% 36% 4%
Usos típicos	partes de medidores, engrenagens de castelos de relógios, pínhoes, volantes	peças tornadas em geral, metal de corte livre para parafusos e similares	peças forjadas com acabamento por usinagem
Propriedades de trabalho	a frio a quente usinagem solda por fusão solda a estanho polimento	mediocre mediocre boa latões sem chumbo são preferidos boa excelente	razoável excelente boa latões sem chumbo são preferidos excelente excelente
Densidade, g/cm <sup>3</sup>	8,47	8,50	8,44
Módulo de elasticidade, kg/mm <sup>2</sup>	10500	9800	10500
Ponto de fusão em °C	910	900	895
Coefficiente de expansão térmica entre 20°C e 300°C, por grau	0,0000203	0,0000205	0,0000208
Condutibilidade elétrica em % IACS, a 20°C	26	26	27
Resistência a tração, kg/mm <sup>2</sup>	duro 52 —	mole 34 —	duro 42 —
Alongamento em % sobre 2" de comprimento inicial	7	50	25
Especificações ASTM mais aproximadas	B121 n.º 5	B16	B124 n.º 2

## ALPACA 18

Composição nominal	cobre 69% zinco 17% níquel 16%
Usos típicos	ornatos para bancos e automóveis, painéis decorativos, peças elétricas, partes de câmeras fotográficas, facho sôperes, bijuteria, artigos religiosos, talheres, baixelas, tapas, emblemas, medalhas
Propriedades gerais	ótimas propriedades físicas, alta resistência a corrosão, maleável e dúctil, coloração de prata com tonalidades azuladas
Propriedades de trabalho	a frio a quente usinagem solda por fusão solda a estanho polimento
Densidade, g/cm <sup>3</sup>	8,73
Módulo de elasticidade, kg/mm <sup>2</sup>	12700
Ponto de fusão em °C	1110
Coefficiente de expansão térmica entre 20°C e 300°C, por grau	0,0000162
Condutibilidade elétrica em % IACS, a 20°C	6
Condutibilidade térmica em cal/cm <sup>2</sup> /cm/sq/°C	0,08
Resistência a tração, kg/mm <sup>2</sup>	duro 60 laminados 3
Alongamento em % sobre 2"	17,5
Resistência elástica, deformação de 0,5% do comprimento inicial, kg/mm <sup>2</sup>	52
Dureza Rockwell	87B
Especificações ASTM mais aproximadas	B122

# METAIS PATENTES E MATERIAIS PLÁSTICOS

## METAIS PATENTES

Também chamados Babbitt, metais brancos ou metais anti-frições são empregados para revestir bronzinas, bielas, mancais, etc.

Devem apresentar as seguintes características:

- baixo coeficiente de atrito.
- suportar altos valores de pressão específica e resistir à fadiga.
- boa rigidez
- conservação de suficiente grau de dureza superficial também às altas temperaturas.
- boa plasticidade
- boa resistência à sobre-carga de curta duração e saltos de temperaturas provenientes de fretagens repentinas ou irregularidades de lubrificação.
- boa resistência à corrosão dos compostos ácidos dos óleos lubrificantes.
- bom coeficiente de condutividade térmica

A Termomecânica produz os seguintes metais patentes:

Designação	Composição %				Peso específico	G <sub>c</sub> psi	Dureza Brinell	Ponto de Fusão
	Sn	Sb	Pb	Cu		20°C	20°C	°C
						100°C	100°C	
TM-Nickel Genuino - 1	91,0	4,5	—	4,5	7,34	12 850	17,0	223
						6 950	8,0	
TM-Nickel Genuino - 2	89,0	7,5	—	3,5	7,39	14 900	24,5	241
						8 700	12,0	
TM-Nickel Genuino - 3	83,3	8,33	—	8,33	7,46	17 600	27,0	240
						9 900	14,5	
TM-SUPREX - 6	20,0	15,0	63,5	1,5	9,33	14 550	21,0	181
						8 050	10,5	
TM-SUPREX - 7	10,0	15,0	75,0	—	9,73	15 650	22,5	240
						6 150	10,5	
TM-SUPREX - 8	5,0	15,0	80,0	—	10,04	15 600	20,0	237
						6 150	9,5	

## MATERIAIS PLÁSTICOS

Os materiais plásticos são compostos de resinas naturais ou resinas sintéticas. Quase todas as resinas plásticas são de natureza orgânicas, tendo em sua composição H, C, O, N. As matérias-primas para a fabricação dos materiais plásticos provêm do carvão mineral, do petróleo ou de produtos vegetais.

Há duas categorias:

— **Termoplásticos:** começam a amolecer a partir de cerca de 60°C, podendo então ser moldados sem qualquer alteração de sua estrutura química.

Exemplos: acrílicos, celulósicos, fluorcarbonos, nylon, polietilenos, poliestirenos, polivinils e protéicos.

— **Termo-fixos:** sofrem alteração química da sua estrutura quando moldados e não podem ser amolecidos novamente pelo calor para uma operação de reforma. Suas temperaturas de moldagem são muito mais altas que as dos termoplásticos. Por outro lado, o produto acabado resiste a temperaturas muito mais altas, sem deformação. Exemplos: alkyds, epóxides, furan, inorgânicos, melaminos, fenólicos, poliésteres, silicones e formaldeídos de uréia.

Os componentes dos materiais plásticos são: resinas, massas, plasticizantes, corantes, endurecedores e estabilizadores.

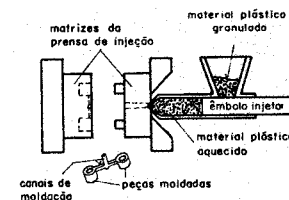
As propriedades principais comuns à maioria dos materiais plásticos são: leveza, resistência à deterioração pela umidade, baixa condutibilidade térmica, baixa condutibilidade elétrica.

Os processos de fabricação de produtos plásticos acabados são dos mais variados.

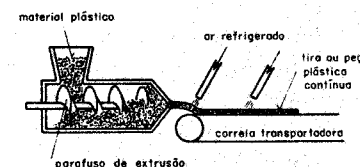
A título de exemplos, temos:

I — Para materiais termoplásticos:

a) Moldagem por injeção a quente.



b) Moldagem por extrusão

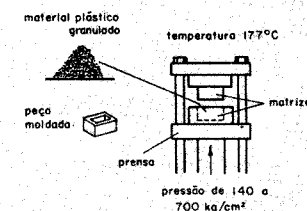


c) Moldagem a ar comprimido

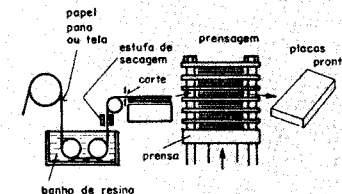
d) Moldagem a vácuo

II — Para termo-fixos:

a) Moldagem por compressão a quente.



b) Laminagem



c) Fundição e moldagem

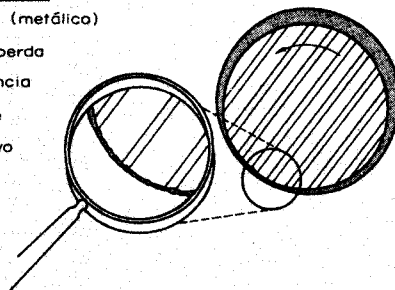
# LUBRIFICAÇÃO INDUSTRIAL

## LUBRIFICAÇÃO

Lubrificar é interpor a película de um fluido adequado entre superfícies dotadas de movimento relativo, de modo que este se realize sem aquecimento e sem desgaste.

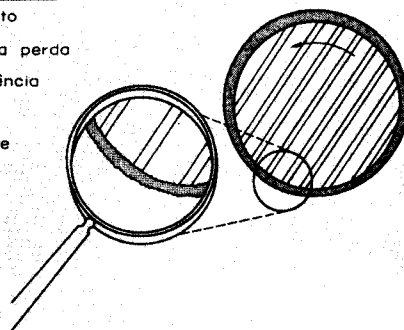
Sem lubrificação:  
forte atrito (metálico)

- a - grande perda de potência
- b - desgaste destrutivo



Com lubrificação:  
pouco atrito

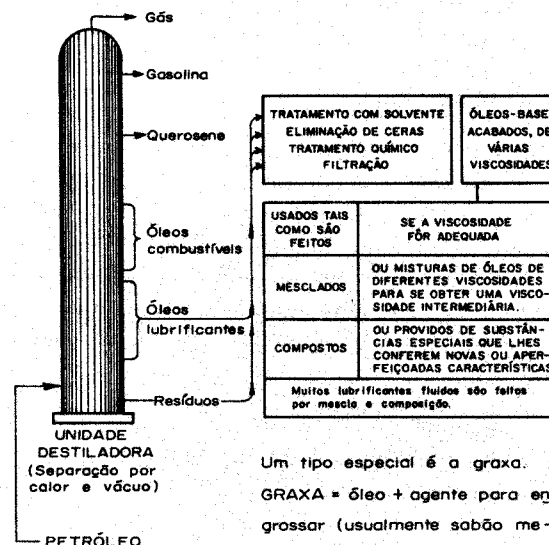
- a - pequena perda de potência
- b - pouco desgaste



LUBRIFICANTES: podem ser:

- gases: ar
  - líquidos: óleo
  - semi-sólidos: graxa
  - sólidos: qualquer substância facilmente cisalhável como grafita, mica, películas produzidas na superfície pelo lubrificante. Usados em alguns tipos de lubrificantes para engrenagens.
- } são os mais práticos e de uso diário.

## OBTENÇÃO DE LUBRIFICANTES



Um tipo especial é a graxa.  
GRAXA = óleo + agente para engrossar (usualmente sabão metálico que pode ser de alumínio, cálcio, soda, chumbo, lítio, bário e outros).

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DOS ÓLEOS

### 1 - DENSIDADE 60/60°F:

É a relação entre o peso de um dado volume de lubrificante medido à temperatura de 60°F e o peso de igual volume de água à mesma temperatura (ASTM = American Society for Testing Materials).

Densidade API: é obtida comparando o peso do lubrificante indiretamente com a água segundo a fórmula abaixo:

$$\text{Densidade em } ^\circ\text{API} = \frac{141,5}{\text{densidade } 60/60^\circ\text{F}} - 131,5$$

$$\text{Densidade } 60/60^\circ\text{F} = \frac{141,5}{\text{densidade } ^\circ\text{API} + 131,5}$$

- < 10°API: mais pesado do que a água.
- = 10°API: peso específico igual a 1,0.
- > 10°API: mais leve do que a água.

### 2 - PONTO DE FULGOR:

É a temperatura em que o óleo, quando aquecido em aparelho adequado, desprende os primeiros vapores que se inflamam em contato com uma chama.

Serve para determinar o grau de segurança contra incêndio, serve para identificação e comparação de lubrificantes, e permite verificar o grau de diluição decorrente de sua contaminação por combustível.

### 3 - PONTO DE COMBUSTÃO:

É a temperatura em que o óleo, aquecido nos mesmos aparelhos utilizados para a determinação do ponto de fulgor, continuará, uma vez inflamado, a queimar por mais de 5seg. Complementa a informação obtida através do ponto de fulgor.

### 4 - PONTO DE FLUIDEZ OU PONTO DE CONGELAÇÃO:

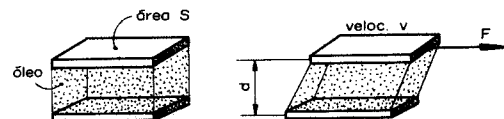
É a mais alta temperatura, indicada pelo termômetro, em que o óleo deixa de escoar livremente.

O ponto de fluidez indica a temperatura abaixo da qual não pode o óleo ser escoado ou retirado de um recipiente. Constitui, assim, a temperatura limite para emprego do óleo nos sistemas de lubrificação por gravidade em que seja pequena a altura da coluna que tende a produzir o fluxo.

O ponto de fluidez interessa na compra de lubrificantes para máquinas frigoríficas porque permite excluir os óleos com temperaturas de congelação superiores às verificadas comumente nos refrigeradores. No entanto, mediante a adição de certas substâncias sintéticas, pode-se melhorar as características de qualquer óleo.

## 5 - VISCOSIDADE

Coefficiente de viscosidade =  $\frac{F d}{S v}$  para uma dada temp.



Deduções importantes:

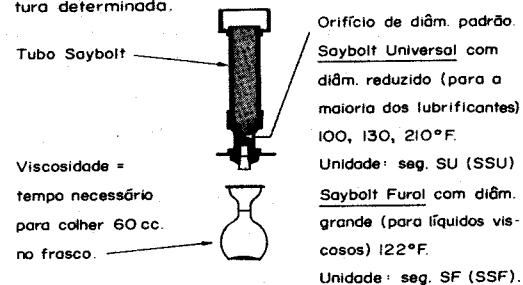
- 1 - no conceito de viscosidade é preciso considerar o tempo.
- 2 - para uma dada viscosidade e em dado material:
  - a) maior a velocidade significa maior força necessária para cisalhar a película (maior atrito).
  - b) menor espessura da película significa maior força necessária para cisalhá-la (maior atrito) à mesma velocidade.
- 3 - a velocidade de trabalho é fator importante para a escolha da viscosidade.

### MEDIÇÃO DA VISCOSIDADE

São vários métodos imaginados para medir a viscosidade. Entre os mais importantes podemos citar:

#### a - Viscosidade Saybolt (ASTM)

A viscosidade representa o tempo necessário, em segundos para um determinado volume de óleo escorrer completamente sob a ação da gravidade a uma temperatura determinada.



#### b - Viscosidade Redwood

É semelhante ao Saybolt, mas o frasco é de 50cc em vez de 60cc.

#### c - Viscosidade Engler

Mede o tempo dispendido por determinada quantidade de óleo para escorrer através de um conduto estreito. O volume a ensaiar é de 200cc e o tempo que leva escorrendo, em segundos, é convertido em graus Engler, dividindo-se seu valor pelo do tempo gasto por um igual volume de água para escoar-se nas mesmas condições, à temperatura de 20°C (geralmente 51seg.).

#### d - Viscosidade Absoluta

É obtida utilizando-se tubos capilares. A unidade de medida é o centipoise.

#### e - Viscosidade Cinemática

É a relação entre a viscosidade absoluta de um fluido e seu peso específico.

$$\text{Viscosidade cinemática} = \frac{\text{visc. absoluta}}{\text{peso específico}}$$



A unidade é o centistokes.

O aparelho utilizado é o viscosímetro de Ostwald representado ao lado (ASTM).

A tabela ao lado fornece a viscosidade em várias unidades. Estes valores foram calculados para a temperatura de 100°F. A outras temperaturas, eles sofrem ligeiras alterações.

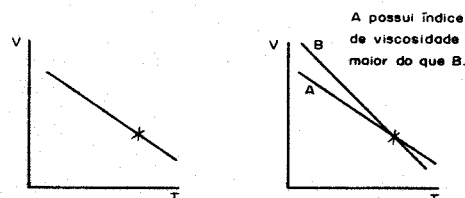
SSU	Redwood	Engler	Centi-stokes	SSU	Redwood	Engler	Centi-stokes
38	34.5	1.28	3.63	360	315	10.25	77.9
40	36	1.34	4.28	370	324	10.53	80.1
42	37.5	1.39	4.91	380	333	10.82	82.2
44	39	1.45	5.53	390	342	11.10	84.4
46	41	1.50	6.16	400	351	11.39	86.6
48	42.5	1.55	6.78	410	360	11.67	88.7
50	44	1.60	7.39	420	369	11.96	90.9
52	46	1.65	8.00	430	377	12.24	93.1
54	47.5	1.71	8.59	440	386	12.52	95.2
56	49	1.76	9.18	450	395	12.81	97.4
58	51	1.82	9.77	460	404	13.09	99.5
60	53	1.87	10.35	470	412	13.38	101.7
62	54.5	1.92	10.92	480	421	13.67	103.9
64	56	1.97	11.48	490	430	13.96	106.0
66	58	2.03	12.03	500	439	14.25	108.2
68	60	2.08	12.57	520	456	14.81	112.5
70	61.5	2.13	13.11	540	473	15.38	116.9
72	63	2.18	13.64	560	490	15.95	121.2
74	65	2.24	14.17	580	508	16.52	125.5
76	67	2.29	14.69	600	526	17.09	129.9
78	68.5	2.35	15.21	620	544	17.66	134.2
80	70	2.40	15.72	640	562	18.23	138.5
82	72	2.46	16.22	660	579	18.80	142.8
84	74	2.51	16.72	680	597	19.37	147.2
86	75.5	2.56	17.22	700	614	19.94	151.5
88	77	2.61	17.71	720	631	20.50	155.8
90	79	2.67	18.20	740	649	21.07	160.2
92	81	2.72	18.68	760	667	21.64	164.5
94	82.5	2.78	19.16	780	685	22.21	168.8
96	84	2.83	19.64	800	702	22.78	173.2
98	86	2.89	20.12	850	746	24.20	184.0
100	88	2.94	20.60	900	790	25.63	194.8
105	92	3.09	21.77	950	833	27.05	205.6
110	96	3.23	22.92	1 000	877	28.48	216.5
115	101	3.37	24.09	1 100	965	31.33	238.1
120	105	3.51	25.24	1 200	1 053	34.18	259.7
125	110	3.65	26.39	1 300	1 140	37.03	281.4
130	114	3.78	27.53	1 400	1 228	39.88	303.0
135	118	3.92	28.67	1 500	1 316	42.72	324.7
140	123	4.06	29.80	1 600	1 404	45.57	346.3
145	127	4.20	30.93	1 700	1 491	48.42	368.0
150	132	4.33	32.06	1 800	1 579	51.3	389.6
155	136	4.47	33.18	1 900	1 667	54.1	411
160	141	4.61	34.29	2 000	1 755	56.9	433
165	145	4.75	35.40	2 100	1 842	59.8	454
170	150	4.89	36.51	2 200	1 930	62.7	476
175	154	5.03	37.52	2 300	2 018	65.5	498
180	159	5.16	38.73	2 400	2 106	68.4	519
185	163	5.30	39.84	2 500	2 193	71.2	541
190	167	5.44	40.95	2 600	2 281	74.0	563
195	172	5.58	42.06	2 700	2 369	76.9	584
200	176	5.72	43.16	2 800	2 456	79.7	606
205	180	5.86	44.26	2 900	2 544	82.6	628
210	185	6.00	45.36	3 000	2 632	85.4	649
215	189	6.14	46.45	3 100	2 720	88.3	671
220	193	6.28	47.54	3 200	2 808	91.1	693
225	198	6.42	48.63	3 300	2 895	94.0	715
230	202	6.56	49.72	3 400	2 983	96.8	736
235	207	6.70	50.8	3 500	3 071	99.7	758
240	211	6.84	51.9	3 600	3 158	102.5	780
245	215	6.98	53.0	3 700	3 246	105.4	801
250	219	7.12	54.1	3 800	3 334	108.2	823
260	228	7.41	56.2	3 900	3 421	111.1	845
270	237	7.69	58.4	4 000	3 509	113.9	866
280	246	7.97	60.5	4 500	3 948	128.2	975
290	254	8.25	62.7	5 000	4 386	142.4	1 083
300	263	8.54	64.9	5 500	4 825	156.6	1 190
310	272	8.82	67.1	6 000	5 264	170.9	1 299
320	281	9.10	69.3	7 000	6 141	199.3	1 515
330	289	9.39	71.4	8 000	7 018	227.8	1 732
340	298	9.67	73.6	9 000	7 896	256.3	1 948
350	306	9.96	75.7	10 000	8 772	284.8	2 166

## 6 - ÍNDICE DE VISCOSIDADE

Regras fundamentais:

- a viscosidade varia inversamente às variações da temperatura;
- a variação não é a mesma para todos os óleos.

Usando papel logarítmico a viscosidade em função da temperatura fornece linhas retas.



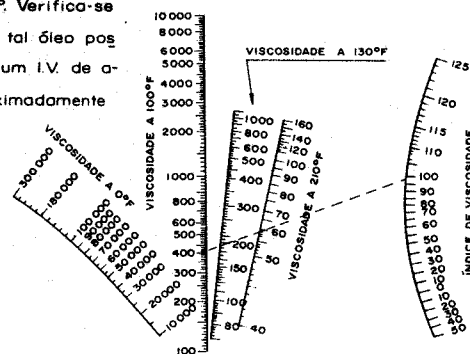
A medida da variação da viscosidade em função da variação da temperatura é chamado índice de viscosidade IV.

Quanto menor for a inclinação, maior será o IV ou menor a alteração da viscosidade com as mudanças de temperatura. Emprega-se para esse fim o gráfico de Dean & Davis conforme exemplo abaixo:

- Traçar uma linha reta (interrompida) entre as viscosidades conhecidas de 400 SSU a 100° e 58 SSU a 210°. Verifica-se

que tal óleo possui um I.V. de aproximadamente

97.



I.V. BAIXO: de abaixo de zero até 40 ou 50

I.V. MODERADO: de 50 a 90.

I.V. Alto: acima de 90.

Um alto I.V. nem sempre indica vantagem para o funcionamento, mas, tratando-se de veículos automotivos, geralmente é benéfico.

## CLASSIFICAÇÃO EM GRAUS SAE

Leva em conta somente a viscosidade.

### ÓLEO PARA MOTOR (MOTOR OIL)

SAE	Viscosidade Saybolt Universal em segundo (SSU)			
	A 0°F		A 210°F	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
5 W	—	4 000	39	—
10 W	(a) 6 000	< 12 000	39	—
20 W	(b) 12 000	48 000	39	—
20	—	—	45	< 58
30	—	—	58	< 70
40	—	—	70	< 85
50	—	—	85	110

- (a) A viscosidade mínima a 0°F pode ser dispensada, contanto que a viscosidade a 210°F não seja inferior a 40 segundos Saybolt Universal.
- (b) A viscosidade mínima a 0°F pode ser dispensada, contanto que a viscosidade a 210°F não seja inferior a 45 segundos Saybolt Universal.

### ÓLEO PARA TRANSMISSÃO (TRANSMISSION OIL)

SAE	Viscosidade Saybolt Universal em segundo (SSU)			
	A 0°F		A 210°F	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
75	—	15 000	—	—
80	(c) 15 000	100 000	—	—
90	—	—	75	(d) 120
140	—	—	120	200
250	—	—	200	—

- (c) A viscosidade mínima a 0°F pode ser dispensada, desde que a viscosidade a 210°F não seja inferior a 48 segundos Saybolt Universal.
- (d) A viscosidade mínima a 210°F pode ser dispensada, desde que a viscosidade extrapolada a 0°F não seja superior a 750 000 segundos Saybolt Universal.

## 7 - RESÍDUO DE CARBONO (ASTM)

Sob determinadas condições, certos óleos podem sofrer evaporação seguida de pirólise, deixando um resíduo de carvão não volátil, denominado resíduo de carbono.

É determinado de acordo com métodos e aparelhos especiais padronizados tais como o de Conradson e o de Ramsbottom.

## 8 - NÚMERO DE NEUTRALIZAÇÃO (ASTM)

É definido pelo peso, em miligramas, de hidróxido de potássio necessário para neutralizar uma grama de óleo. Este, número indica a quantidade de ácido existente no óleo. A acidez tem ação corrosiva.

## 9 - COR

A cor é útil para controlar a uniformidade na produção de um determinado lubrificante.

## 10 - NÚMERO DE PRECIPITAÇÃO (ASTM)

É representado pelo volume de precipitado, em mililitros, resultante da centrifugação sob certas condições, de uma mistura de 10 mililitros de óleo com 99 ml de solina.

## 11 - NÚMERO DE SAPONIFICAÇÃO (ASTM)

É um índice da quantidade de gordura ou de óleo graxo presente em um óleo mineral. Mede o peso, em miligramas, de hidrato de potássio necessário para saponificar uma grama de óleo.

## 12 - NÚMERO DE EMULSÃO (ASTM)

Indica o grau de facilidade da água em separar-se do óleo.

### 13 - OXIDAÇÃO

A quantidade e a natureza dos depósitos formados nos motores e em outros mecanismos submetidos a condições de trabalho em alta temperatura se relacionam com a estabilidade ou resistência à oxidação do óleo lubrificante.

### 14 - DETERGÊNCIA

É a propriedade que certos óleos apresentam de dispersar e manter em suspensão partículas de fuligem e outros produtos de composição do combustível ou do óleo lubrificante, evitando que se possam agrupar e sedimentar, formando depósitos sobre as peças do motor.

### 15 - CARACTERÍSTICA DE EXTREMA PRESSÃO

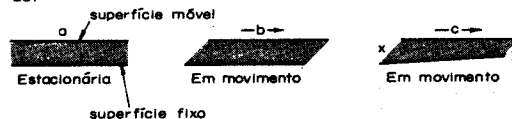
Dá-se esse nome à propriedade que alguns lubrificantes possuem de proteger as superfícies em contacto sob pressões tão elevadas que provocam o rompimento mais ou menos completo da película normal de óleo; nessas condições, as propriedades redutoras de atrito do lubrificante comum são insuficientes para evitar que se produzam temperaturas anormais nas superfícies atritantes.

Sob tais condições desfavoráveis de pressão, agravadas em alguns casos pela reduzida alimentação de lubrificante, o atrito produz então calor suficiente para fundir as superfícies metálicas no seu ponto de contacto, produzindo-se a soldagem das mesmas. Reiniciado o movimento, a zona de soldagem se desprende e suas partículas atingem as superfícies, raiando-as e escoando-as.

Um "lubrificante de extrema pressão" é o que evita a soldagem e a consequente destruição das superfícies atritantes.

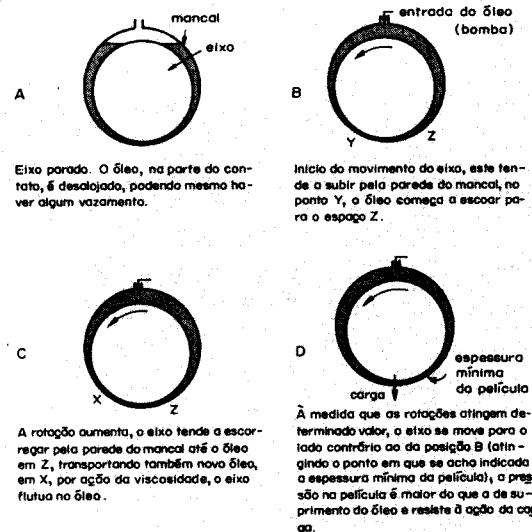
### AÇÃO HIDRODINÂMICA E FORMAÇÃO DA PELÍCULA

A formação da película de óleo depende da viscosidade.



- a - Não há movimento; óleo em repouso.
- b - Movimento da superfície superior e das sucessivas camadas de óleo.
- c - Idêntico a "b", porém as superfícies são levadas a convergirem (ou inclinarem-se umas para as outras no sentido do movimento) de maneira que, com amplo suprimento de óleo, maior quantidade pode penetrar em x do que a que sai em y, e forma-se uma pressão na película de óleo a qual tende a afastar uma superfície da outra. Esta é a ação hidrodinâmica produzida na película convergente, e constitui a base da lubrificação contínua.

Exemplo: Mancal de deslizamento, como o usado em motores.



Portanto, a formação e preservação da película lubrificante dependem de:

1. Rotações do eixo
2. Carga
3. Viscosidade do óleo

### PRINCIPAIS UTILIZAÇÕES DOS ADITIVOS

- a) para reforçar uma característica natural desejável.
- b) para proporcionar uma nova característica desejável.

Os principais aditivos são:

- 1 - Detergentes: mantêm em suspensão e finamente dispersado na massa de óleo o carbono formado.
- 2 - Antioxidantes: retarda a oxidação do óleo e por longo tempo mantêm o óleo com as características originais.
- 3 - Anticorrosivos: evita, mesmo com a presença de umidade, o enferrujamento das peças.
- 4 - Antiespumantes: impede, mesmo em casos extremos, a formação de espuma assegurando assim a lubrificação normal e constante.
- 5 - Extrema pressão: combina com o metal das partes em contacto e forma uma capa superficial que evita a soldagem.
- 6 - Antidesgaste: forma películas protetoras sobre as superfícies metálicas.
- 7 - Rebaixadores do ponto de fluidez: permite que o ponto de fluidez dos óleos alcance os valores necessários para as aplicações a que se destinam.
- 8 - Aumentadores do índice de viscosidade: provoca menor variação da viscosidade a diferentes temperaturas.

## **CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DAS GRAXAS**

### **1 - CONSISTÊNCIA :**

É avaliada em um aparelho denominado penetrômetro, que consiste de um cone que, mediante a ação de uma carga padronizada, penetra uma dada profundidade na graxa, durante 5seg. à temperatura de 25°C. A penetração é dada em décimos de mm.

O ensaio é feito sobre uma amostra já trabalhada, isto é, depois de submetida às solicitações que visam reproduzir no laboratório as condições práticas de uso.

Na prática usa-se a classificação NLGI.

Número de consistência no NLGI	Penetração trabalhada segundo a ASTM
0	355 a 385
1	310 a 340
2	265 a 295
3	220 a 250
4	175 a 205
5	130 a 160
6	85 a 115

### **2 - PONTO DE GOTA OU DERRETIMENTO**

Indica a temperatura em que uma graxa passa do estado sólido ou semi-sólido ao estado líquido.

Nem sempre é conveniente trabalhar com uma graxa cuja temperatura esteja muito próxima do ponto de gota, isto porque a graxa, liquefazendo-se, poderá escorrer do ponto de aplicação.

### **3 - ESTABILIDADE :**

O ensaio consiste em colocar a graxa no interior de um cilindro oco e sobre ela um rolo pesado. O cilindro oco gira produzindo também o movimento do rolo.

A graxa é assim esmagada. Depois de 4h de esmagamento verifica-se a variação de penetração sofrida pela graxa.

### **4 - VISCOSIDADE APARENTE :**

O ensaio é feito em um aparelho denominado viscosímetro de pistão. Na lubrificação centralizada, é necessário saber se uma graxa flui bem nos longos condutos.

### **5 - SEPARAÇÃO DO ÓLEO :**

As graxas apresentam uma certa tendência à separação do óleo, quando armazenadas durante longos períodos.

### **6 - CORROSÃO :**

As especificações exigem que a graxa não ataque uma lâmina de cobre, quando sob condições padronizadas. Isto é importante para assegurar-se que a graxa não venha a corroer as partes metálicas.

### **7 - OXIDAÇÃO :**

A resistência de uma graxa à oxidação é avaliada pelo ensaio denominado Norma Hoffman. As graxas quando submetidas ao calor e em contato com os metais sofrem o fenômeno de oxidação.

### **8 - PROVA DE CARGA :**

Tem especial importância para as graxas usualmente empregadas em pontos cuja carga unitária é muito alta.

## **TIPOS DE GRAXAS :**

Segundo as bases dos sabões comumente empregados.

### **1 - ALUMÍNIO :**

Macia, quase sempre filamentosa. Resistente à água. Boa estabilidade estrutural quando em uso. Pode trabalhar em temperatura até 160°F (71°C).

Usos: pistolas graxadeiras, mancais de rolamento de baixa velocidade, graxas para chassis.

### **2 - CÁLCIO :**

Vaselina. Resistente à água. Boa estabilidade estru-

tural quando em uso. Fácil aplicação com pistola. Pode trabalhar em temperaturas até 170°F (77°C).

Usos: pistolas graxadeiras, graxas para chassis, graxas para bombas d'água, e para copos graxeiros.

### **3 - SÓDIO :**

Geralmente fibrosa. Em geral não é resistente à água. Boa estabilidade estrutural quando em uso. Pode trabalhar em temperaturas até 300°F (150°C).

Usos: mancais de rolamento, mancais de rodas, juntas universais, uso geral em altas temperaturas.

### **4 - LÍTIO :**

Vaselina. Boa estabilidade estrutural quando em uso. Resistente à água. Ampla margem de temperaturas especialmente elevadas. Pode trabalhar em temperaturas até 300°F (150°C).

Usos: múltiplas finalidades automotivas, aviação.

### **5 - BÁRIO :**

Características gerais semelhantes às indicadas em Lítio. Usos: aplicações similares às das graxas com sabão à base de Lítio.

### **6 - MISTA :**

Mescla de sabões de várias bases para proporcionar um produto com as melhores características de cada uma. Sabões à base de cálcio-chumbo usados com frequência para formar graxas que possuam as qualidades do Ca combinadas com a ótima resistência ao desgaste oferecida pelo sabão à base de Pb. Usos: pistolas graxadeiras, graxas para chassis.

### **7 - AGENTES PARA ENGROSSAR INORGÂNICOS**

Graxas especiais nas quais o teor de óleo é o lubrificante principal; uso limitado atualmente. A maioria é vaselinada. Possuem boa estabilidade estrutural quando em uso. Podem trabalhar em temperaturas até 300°F (150°C).

Usos: usos especiais em altas temperaturas.

# LUBRIFICAÇÃO DE MOTORES

## FATORES PARA ESCOLHA DO ÓLEO PARA MOTOR

- 1 - Viscosidade do óleo: grau de viscosidade SAE em conformidade com as instruções do fabricante para as temperaturas previstas.
- 2 - Tipo do óleo: conforme vem designado pelo fabricante em termos de sistema de classificação API.

## CLASSIFICAÇÃO API

Motores à gasolina

### 1 - Serviço API-ML:

Condições de serviço suaves e favoráveis e quando a construção do motor não apresenta problemas particulares relativos à lubrificação.

### 2 - Serviço API-MM:

Condições menos favoráveis, altas temperaturas e grandes cargas, mas ainda em casos que o calor não apresente problemas de lubrificação característicos de sua construção.

### 3 - Serviço API-MS:

Serviço severo, altas velocidades e grandes cargas, bem como altas temperaturas, serviço de "anda-para" intermitentes, condições de baixa carga que não permitam que o motor atinja a temperatura ideal de operação ou ainda em casos em que, devido à construção, o motor apresenta problemas de lubrificação requerendo um lubrificante de alto desempenho em serviços (alta compressão, tuchos hidráulicos, etc.)

Motores Diesel

### 1 - Serviço API-DG:

Cargas e velocidades normais usando combustível de baixo teor de enxofre (máx. de 0,4 a 0,5%).

### 2 - Serviço API-DM:

Grandes velocidades e cargas e outras condições des-

favoráveis de funcionamento. Ou cargas em velocidades normais combinadas com combustível de alta porcentagem de enxofre (acima de 0,5%).

### 3 - Serviço API-DS:

Grandes cargas e velocidades altas, serviço "anda-para", ou condições de baixa carga que não permitam o aquecimento do motor até à temperatura ideal de funcionamento e/ou o uso de combustível com elevado teor de enxofre.

Essas classes de serviços API ainda são complementadas pelas seguintes especificações (em ordem crescente de severidade e nível de detergência):

MIL-L-2104A

Suplemento I

MIL-L-2104B

Série 3 e MIL-L-45199B

Equivalência entre serviço API e as demais especificações:

ML } MIL-L-2104A  
MM }

MS- MIL-L-2104A e MIL-L-2104B

DG- MIL-L-2104A e MIL-L-2104B

DM- Suplemento I e MIL-L-2104B

DS- Série 3 e/ou MIL-L-45199B

Convém mencionar que a MIL-L-2104B supera a classificação DM ou Série I sem atingir, no entanto o nível DS ou Série 3. A designação HD, utilizada atualmente, mais por questão de tradição, nada diz respeito do nível de detergência dos óleos, pois todos eles com classificação MM, MS, DG, DM e DS são do tipo HD.

Todos os motores a gasolina modernos devem usar óleos com classificação API MS, podendo também os de nível superior, como o DG e DM. É recomendável, no entanto, o uso de óleos com classificação MIL-L-2104B.

Os motores Diesel devem empregar no mínimo óleos com classificação API DM ou MIL-L-2104B, com exceção de certos tipos de motores tais como os Caterpillar e

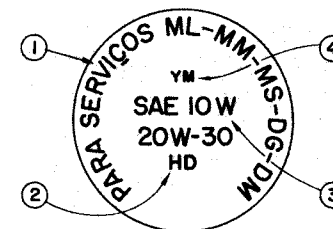
outros de alta velocidade e turbos alimentados, que exigem óleos da Série 3 ou MIL-L-45199B.

Esta classificação foi substituída por uma nova classificação do próprio API e que damos abaixo a título de ilustração:

Serviço API Nova	Serviço API Antiga	Nível de desempenho
SA	ML	Nenhum aditivo presente
SB	MM	Contendo apenas inibidores
SC	MS	Antigo MS com nível de aditivagem de 1964.
SD	MS, Sequência VB	Antigo MS, com nível de tratamento de 1968.
CA	MS, DG	MIL-L-2104A
CB	DM	Suplemento I
CC	DM	MIL-L-2104B
CD	DS	Série 3

## IDENTIFICAÇÃO TÍPICA DO ÓLEO

- 1 CLASSIFICAÇÃO DO API:  
Este óleo é recomendado pelo seu fabricante para todos os motores a gasolina, bem como para serviço geral e moderadamente severo em motores Diesel.
- 2 Marca empregada às vezes para indicar "Serviço Pesado" ("Heavy Duty"), isto é, um óleo do tipo detergente, embora não se possa inferir dela qual o grau de detergência, este se encontra mais acuradamente indicado pela Designação de Serviço API.
- 3 GRAU DE VISCOSIDADE:  
Na gravura é indicado um óleo multivisco. As identificações SAE têm que ser efetivamente corretas. Todavia, pode dar-se o caso de determinado óleo possuir características de Viscosidade-Temperatura que possibilitem a seu fabricante recomendá-lo para vários graus SAE que abrangem viscosidades desde 0° até 210° F de temperatura.
- 4 Marca particular variável que permite ao fabricante identificar o local da fabricação.

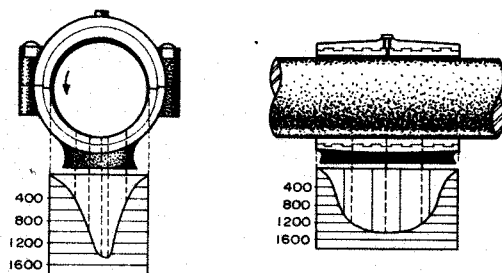




# LUBRIFICAÇÃO DE MANCAIS

## PONTO DE APLICAÇÃO DO ÓLEO

Um eixo, ao girar velocemente, produz o efeito de bombeamento, criando forte pressão hidráulica, assim distribuída:

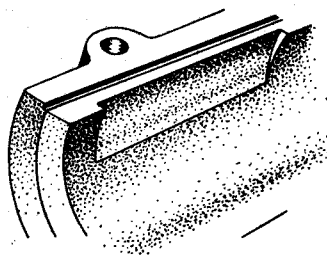


Por tal motivo, para a introdução do óleo, deve-se escolher um ponto onde a pressão seja mínima.

Além disso, o trabalho de distribuir o óleo pelo eixo pode ser muito facilitado com o emprego de chanfros e ranhuras cortadas e localizadas corretamente.

## CHANFROS

Em mancais de duas partes, devem-se chanfrar as arestas de cada parte para evitar que raspem o óleo. A figura abaixo mostra como um chanfro correto facilita a formação da cunha de óleo.



Além disso, o chanfro constitui um depósito de óleo que se estende em forma de cunha.

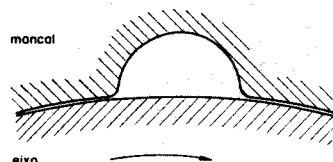
## RANHURAS

A finalidade das ranhuras ou canaletas nos mancais é facilitar a melhor distribuição do óleo lubrificante e sua posterior introdução na área de pressão máxima. Elas não devem ser nunca colocadas nas áreas de pressão.

O tipo de ranhura mais conveniente é a longitudinal. Não devem ser muito largas e pouca profundidade, nem maiores do que o necessário. Devem ser evitadas ranhuras que apresentem cantos vivos ou cortantes.

De acordo com suas finalidades, distinguem-se dois tipos de ranhuras:

### — Ranhura de distribuição do óleo



### — Ranhura auxiliar

É colocado no começo da área de pressão, para assegurar a presença de um volume abundante de óleo, nesta parte vital do mancal. As figuras abaixo mostram duas ranhuras auxiliares, para os dois sentidos de rotação do eixo.



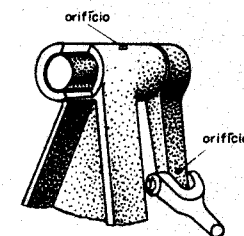
## TIPOS DE MANCAIS

Para cada tipo de mancal existem princípios que se devem aplicar para determinar quando é necessária uma ranhura e qual o tipo a ser empregado, de acordo com as condições de trabalho.

### — Mancais de uma só peça

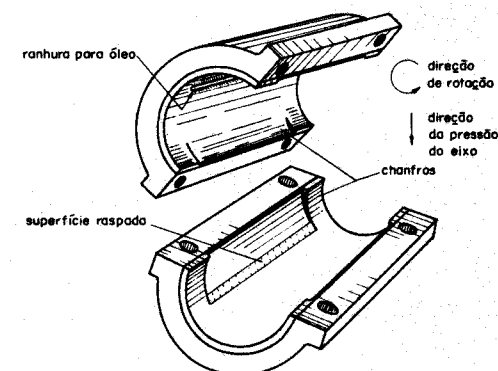
Não suportam pressões, servindo apenas de guia.

O lubrificante é aplicado à mão, pelo orifício. Se for utilizada ranhura, ela deve ser longitudinal, partindo do furo de introdução do óleo, terminando uns 12mm antes de atingir as extremidades do mancal, e com seus cantos arredondados.

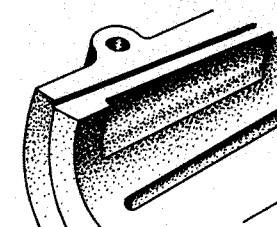


### — Mancais de duas partes

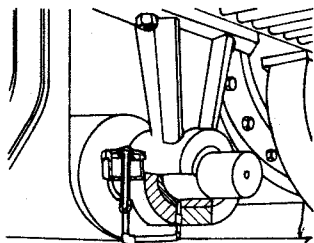
A velocidade e a pressão do óleo são fatores importantes. A primeira auxilia a lubrificação, a passo que a segunda a isso se opõe.



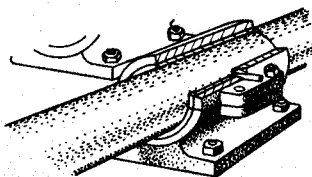
— Se a rotação é muito lenta e a pressão muito alta, deve-se cortar uma ranhura auxiliar com o cuidado para que esta ranhura não venha a ficar justamente na área de pressão.



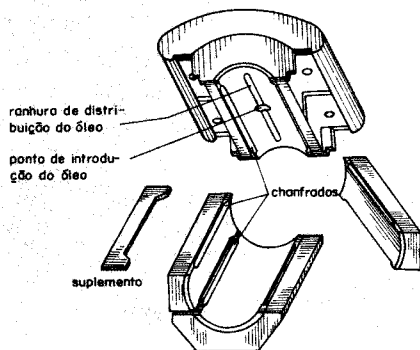
Frequentemente acontece que a pressão exercida pelo eixo não é dirigida contra a metade inferior do mancal, e sim para qualquer outra direção. Na figura abaixo, vê-se um mancal em que a pressão do eixo é dirigida para cima.



O lugar indicado para o orifício e a ranhura seria neste caso, o centro da parte inferior do mancal. Entretanto se a construção não permite uma solução seria colocar 2 orifícios e duas ranhuras, antes e depois da área de pressão para permitir a rotação do eixo nos dois sentidos.

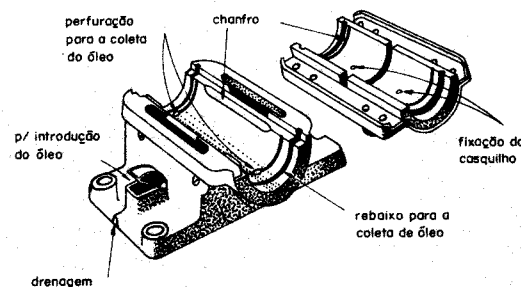
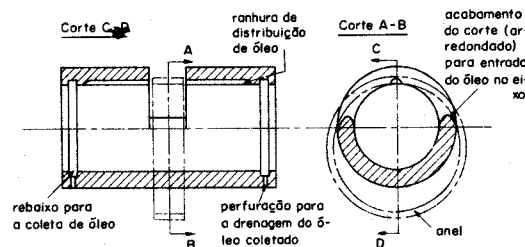
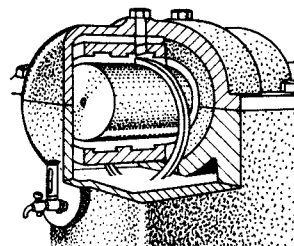


#### — Mancais de quatro partes



#### — Mancais lubrificados por anéis

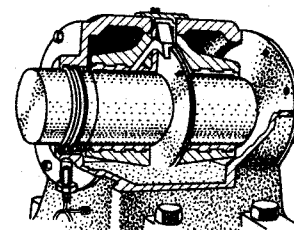
São usados para velocidades moderadas. A parte essencial é o anel. As ranhuras devem terminar a cerca de 12 mm dos rebaixos coletores de óleo.



#### — Mancais lubrificados por colar

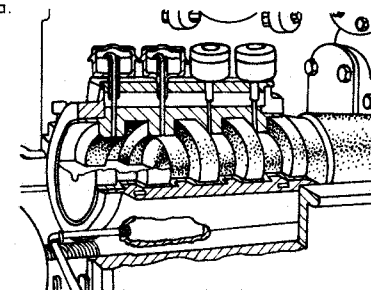
O colar transporta o óleo até um raspador, colocado na parte superior do mancal que recolhe o óleo e o envia às perfurações diagonais de onde vai para a ranhura de distribuição.

Daí cai pelas extremidades do mancal para o reservatório.



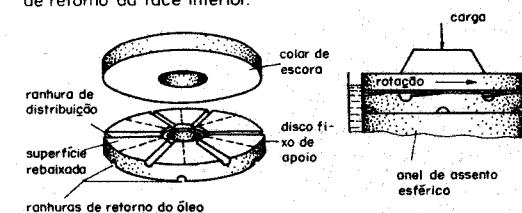
#### — Mancais de escora, horizontais

O eixo possui vários colares que se ajustam aos correspondentes rebaixos do mancal. O óleo deve ser introduzido entre os colares por causa da força, que atira o óleo para a periferia.



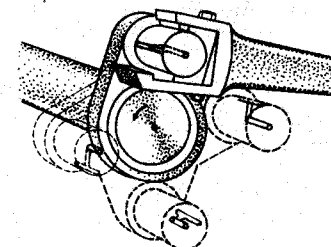
#### — Mancais de escora, verticais

As ranhuras radiais de distribuição que existem na face superior do disco de encosto, estacionário, permitem a circulação do óleo de dentro para fora, sob a influência da força centrífuga. O óleo volta ao interior do mancal pelas ranhuras de retorno da face inferior.



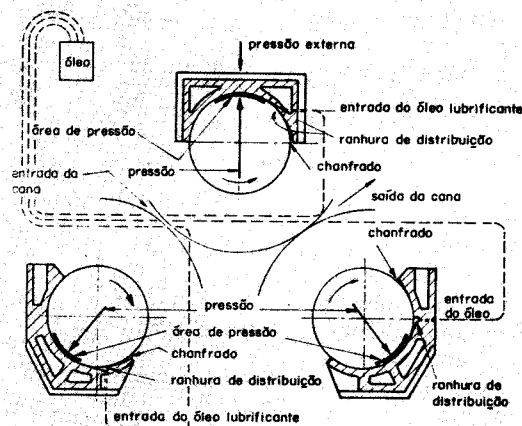
#### — Mancais das bielas

A direção da pressão varia continuamente. A ranhura deve estar localizada um pouco antes da área de pressão. Dessa forma o pino é banhado em óleo pouco antes de ser submetido à pressão.



### — Mancais fortemente carregados e baixa velocidade

Como a velocidade é baixa, não forma pressão hidráulica. Por isso, corta-se uma ranhura, logo depois do início da área de pressão, chanfrada de tal maneira que forma uma cunha de óleo. No caso de uma moenda (figura) tal ranhura deve ter  $\sim 38\text{mm}$  de largura,  $\sim 6\text{mm}$  de profundidade, e termina 30 ou 50mm antes de atingir as extremidades do mancal. As forças que agem, devem ser rigorosamente determinadas, afim de se poderem localizar, exatamente, as áreas de pressão. Na figura abaixo, os traços grossos indicam a localização das pressões máximas e sua extensão é proporcional à intensidade das respectivas pressões.



### SELEÇÃO DOS LUBRIFICANTES

Os mancais são lubrificados com óleo ou graxa.

Os fatores que influem na escolha do lubrificante são:

- condições de trabalho
- método de aplicação do óleo

### CONDIÇÕES DE TRABALHO

— velocidade tangencial do eixo:

velocidades baixas:  $< 1\text{m/seg}$

velocidades altas:  $> 5\text{m/seg}$

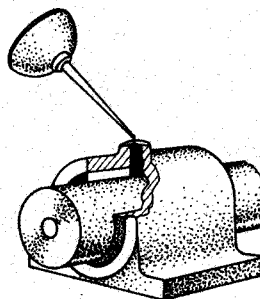
— pressão: pressão específica alta (à baixa velocidade), para mancais de bronze ou revestidos de metal patente; pressão baixa, para mancais comuns de ferro fundido.

— temperatura: baixa  $< 10^\circ\text{C}$   
moderada  $10 - 60^\circ\text{C}$   
alta:  $> 60^\circ\text{C}$

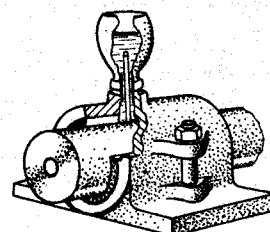
— impurezas: quando as condições mecânicas dos mancais não forem suficientes para impedir a entrada de impurezas sólidas, será preferível lubrificar com graxa.

### MÉTODOS DE APLICAÇÃO DO ÓLEO

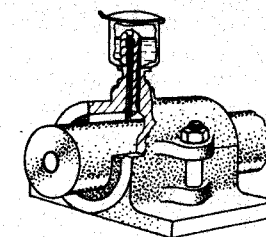
— lubrificação manual



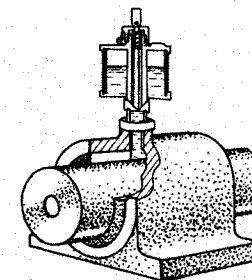
— lubrificação com agulha ou vareta.



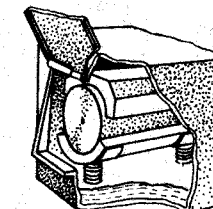
— copo com torcida ou mecha



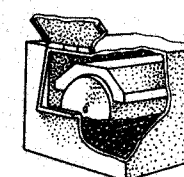
— copo conta-gotas



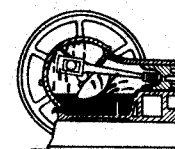
— lubrificação por almofada



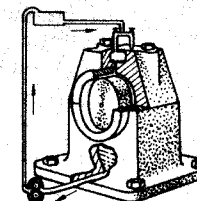
— lubrificação por estopa



— lubrificação por salpico ou borrafo



— lubrificação por gravidade



— lubrificação por anel e por colar (pág. anterior).

# MANUTENÇÃO E LUBRIFICAÇÃO DE MANCAIS DE ROLAMENTO

## MONTAGEM E DESMONTAGEM

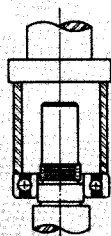
Devido à alta precisão com que são fabricados os mancais de rolamento, devem ser observados cuidados de ordem mecânica por ocasião de sua montagem e desmontagem, para garantir a perfeita conservação das esferas, roletes e pistas. Qualquer dano inicial insignificante nas superfícies ocasionará dentro de limitado número de horas de trabalho, o estrago completo destas peças.



Um rolamento nunca deverá ser montado em seu eixo sem que ambos estejam escrupulosamente limpos e untado com óleo.



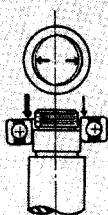
Um mancal não deve ser montado aplicando a força à pista externa.



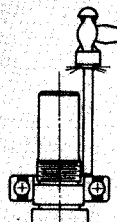
errado



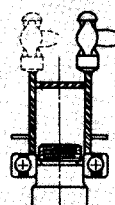
certo



errado



errado

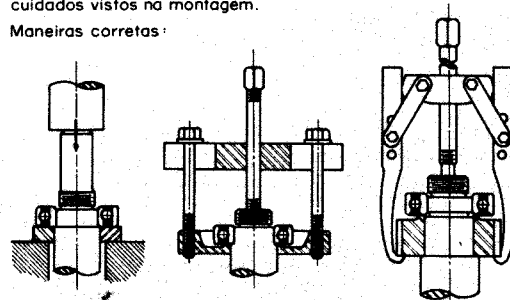


certo

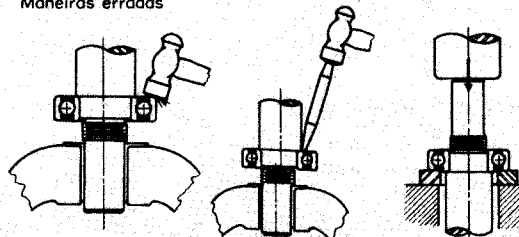
Não se deve montar o rolamento aplicando forças desiguais como indicado acima. Se não se dispõe de uma prensa, macaco ou aríete hidráulico, use o martelo como indicado na figura da direita.

Ao desmontar um mancal, devem ser observados os mesmos cuidados vistos na montagem.

Maneiras corretas:



Maneiras erradas



## LIMPEZA

O maior inimigo dos mancais de rolamento são as impurezas. Qualquer partícula metálica ou abrasiva que consiga penetrar no interior do mancal em pouco tempo o inutiliza.

## MANUTENÇÃO PREVENTIVA

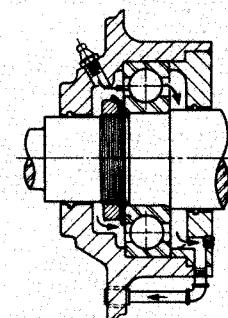
A melhor ocasião para verificar se há sintomas de falha em mancais de rolamento é quando são desmontados para limpeza e lubrificação. Quando o estado ou as condições dos mancais são examinados a tempo, é possível corrigir condições desfavoráveis de funcionamento ou fazer uma substituição antes que a destruição do mancal acarrete a parada da máquina, por tempo prolongado para reparos.

## LUBRIFICAÇÃO CORRETA

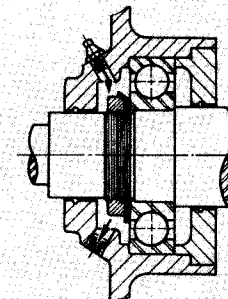
Há dois sistemas principais de aplicação de graxa aos mancais, ou seja: enchimento manual da caixa e introdução de graxa por pistola, mediante pressão.

Quando o mancal é lubrificado à pistola, além do bico de enchimento, é preciso que a caixa seja dotada de um bujão de esgotamento, que deve ser retirado durante a aplicação da graxa e durante algum tempo depois de posta a máquina em funcionamento, até que saia toda a graxa excessiva.

A maneira correta de instalar o bujão de esgotamento é indicada na figura ao lado, pois só assim toda a graxa usada será desalojada pela graxa nova.



Na figura ao lado vem a maneira errada de instalar o bujão de esgotamento. Ao forçar a graxa pelo bico graxeiro, apenas parte da graxa usada será expelida pelo orifício de esgotamento.

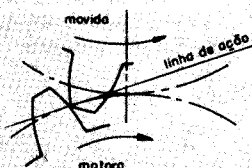


A lubrificação mediante enchimento manual da caixa é, geralmente, efetuada uma vez por ano. Antes de se proceder ao enchimento com graxa nova, deve-se remover totalmente a graxa usada, fazendo-se a limpeza completa dos mancais de rolamento.

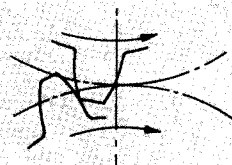
# LUBRIFICAÇÃO DAS ENGRENAGENS

## AÇÃO DOS DENTES DAS ENGRENAGENS

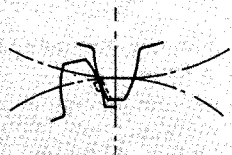
O contato entre os dentes de duas engrenagens em movimento constitui uma combinação de rolamento e deslizamento, como pode ser visto nas figuras abaixo.



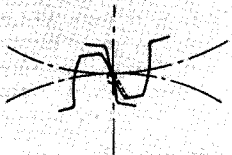
Os dentes entram em contato quando a ponta do dente movido atinge a linha de ação.



Os dentes em contato, segundo uma linha, começam a engrenar.



Cada dente desliza e rola sobre a face do outro.



Os dentes em contato estão no centro do engrenamento e sua linha de contato coincide com a linha da circunferência primitiva. Nesse momento, os dentes rolam um sobre o outro, sem deslizar.

um sobre o outro, sem deslizar.

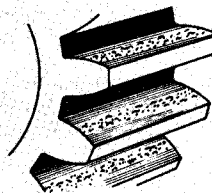
— A distância menor, percorrida sobre o dente-motor, representa o rolamento, e a distância maior, percorrida no dente acionado, representa o deslizamento. Depois que os dentes passaram pelo centro, a ação de deslizamento se inverte.

## NECESSIDADE DA LUBRIFICAÇÃO

Ainda que as engrenagens sejam cortadas com a maior precisão e com dentes de perfis corretos, elas não podem trabalhar satisfatoriamente sem que uma película lubrificante seja mantida entre as superfícies dos dentes em contato. Se por qualquer motivo, esta película não impedir o contato metálico, o desgaste será rápido, e a engrenagem ficará inutilizada. As falhas das superfícies podem ser diretamente atribuídas à lubrificação deficiente, porém, muitas vezes, não é esta a responsável. Os dentes podem apresentar falhas que estão classificadas da seguinte forma:

### 1 — Erosão

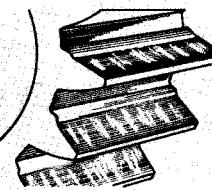
Devido a falhas na superfície dos dentes, pequenos cones de metal podem desprender-se deixando pequenas crateras. Os lubrificantes não eliminam uma erosão acentuada, porém numa erosão incipiente, os lubrificantes podem dar um acabamento liso e uniforme depois que as engrenagens se tenham acamadas.



### 2 — Abrasão

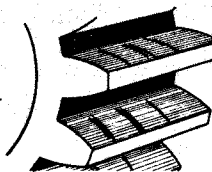
Quando matérias estranhas, de natureza abrasiva, penetram entre os dentes durante o engrenamento, o esmerilhamento pode polir as superfícies ou arranhá-las.

A abrasão não pode ser impedida pelo óleo, mas pode ser atenuada pela eliminação dos materiais que a causam com lubrificação por salpico ou circulação.



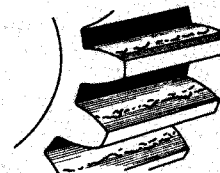
### 3 — Escoriação

É devido a acabamento áspero, erosão acentuada, solda por compressão os quais provocam saliências que causam sulcos. Não pode ser impedida por lubrificação.



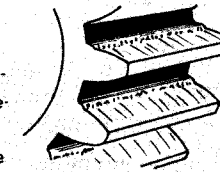
### 4 — Escamação

É um defeito que na maioria dos casos pode ser atribuído a condições mecânicas tais como alinhamento mal feito e a sobre-cargas. Tende a formar ondas que rolam à frente do ponto de contato. O lubrificante não pode impedir.



### 5 — Escoamento

É devido ao rompimento da película de óleo por sobre-cargas provenientes de condições de trabalho anormalmente severas ou decorre da escolha incorreta do óleo.



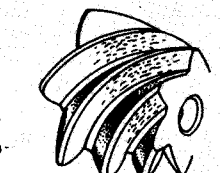
### 6 — Enrugamento

A carência de lubrificação eficiente dos dentes das engrenagens hipoidais, pode resultar na formação de inúmeras rugas pequenas e paralelas que se estendem diagonalmente pelas superfícies destes dentes.



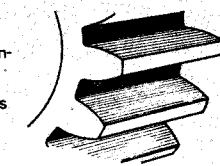
### 7 — Estriamento

Parece ser o resultado do fluxo plástico do metal, que forma ondulações à frente da linha de contato.

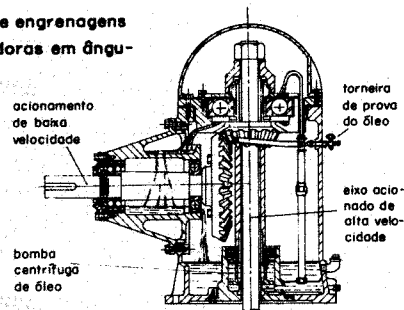


### 8 — Desgaste normal

Depois de um longo período de funcionamento, sob condições de lubrificação correta, as superfícies dos dentes das engrenagens tornam-se endurecidas, lisas e polidas. À medida que estas superfícies se tornam microscopicamente lisas, a lubrificação vai ficando gradativamente mais eficaz até que, praticamente, o desgaste cessa.

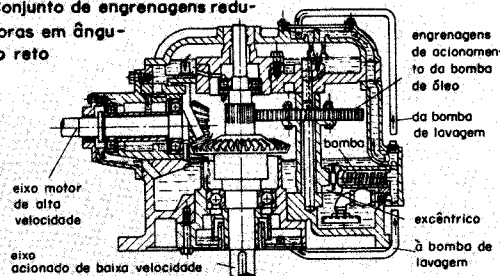


### Conjunto de engrenagens multiplicadoras em ângulo reto



A lubrificação é feita por um sistema de circulação interno, empregando uma bomba centrífuga. O óleo é pulverizado no engrenamento dos dentes e nos mancais.

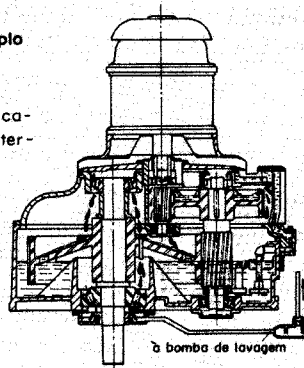
### Conjunto de engrenagens redutoras em ângulo reto



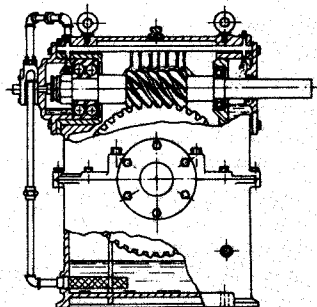
Esta unidade é lubrificada por meio de duas bombas de pistão, internas, sendo uma delas de lavagem (não mostrada). O óleo é pulverizado diretamente no engrenamento das engrenagens principais, e, por gravidade, escorre para as demais superfícies em movimento.

### Conjunto redutor duplo vertical

Esta unidade é lubrificada por uma bomba interna de pistão. O óleo é bombeado à parte superior da caixa, de onde se distribui, por gravidade, a todas as superfícies em movimento.

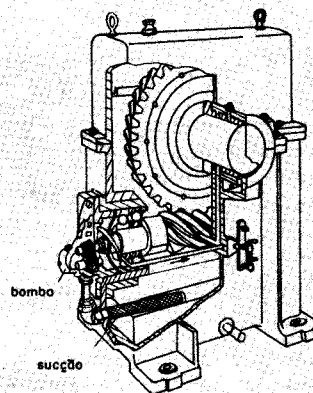


### Conjunto de engrenagens sem-fim



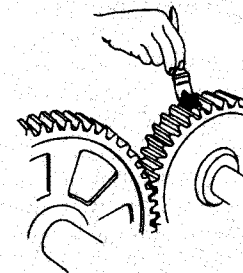
Com baixas velocidades de funcionamento, pode acontecer que uma engrenagem lubrificada por banho não transporte óleo suficiente ao ponto de engrenamento. Os mancais e os dentes desta engrenagem sem-fim, acionada por cima, são, portanto, lubrificados por meio de um sistema individual de circulação.

### Conjunto de engrenagens sem-fim



Os mancais e os dentes desta engrenagem sem-fim, acionada por baixo, são lubrificados por meio de um sistema individual de circulação do óleo.

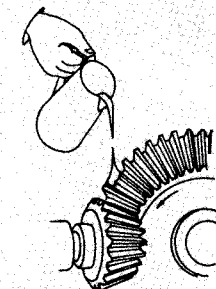
### Aplicação com pincel



Os lubrificantes viscosos para engrenagens abertas, podem ser aplicados com pincel. Isto se consegue mais facilmente quando as engrenagens giram lentamente.

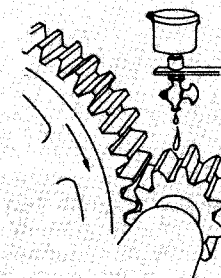
### Aplicação com almotolia

Em algumas circunstâncias, pode ser mais conveniente gotejar o lubrificante sobre os dentes da engrenagem. Quando aplicada desta maneira, a lenta rotação das engrenagens faz com que o engrenamento dos dentes distribua o lubrificante uniformemente.



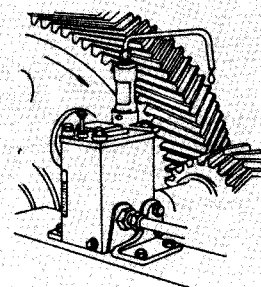
### Aplicação com copos conta-gotas

As engrenagens abertas, que precisam funcionar continuamente, podem ser lubrificadas com facilidade, aplicando-se o lubrificante por meio de copos conta-gotas, regulados convenientemente. O suprimento restrito evita o desperdício de lubrificante.



### Aplicação com lubrificadores mecânicos

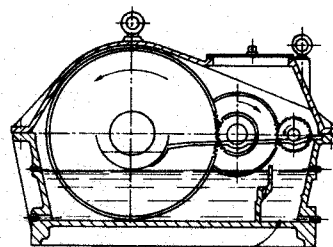
Quando for prática e justificável a instalação de lubrificadores mecânicos, eles proporcionam um método ideal de aplicação de lubrificante às engrenagens. O suprimento controlado e regular do óleo assegura sua distribuição de forma uniforme e econômica.



## LUBRIFICAÇÃO DAS ENGENHAGENS FECHADAS

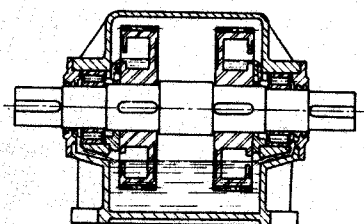
### 1 - Lubrificação por salpico

O nível correto do óleo é muito importante.

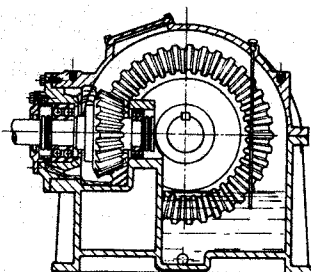


câmara de decantação

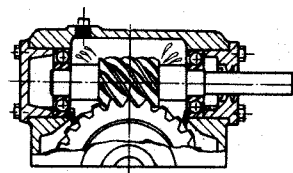
Nesta unidade de dupla redução, o óleo salpicado pelas engrenagens é recolhido numa calha situada na parte interna da caixa e dirigido aos mancais.



Bolsas são fundidas no corpo das engrenagens de baixa velocidade, com o propósito de levar óleo aos mancais.

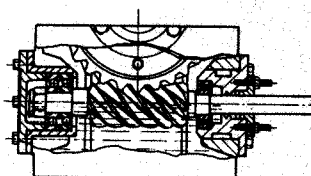


Os mancais deste conjunto de engrenagens cônicas são lubrificados pelo salpico direto das engrenagens.



Pequeno conjunto de engrenagens sem-fim, acionado por cima

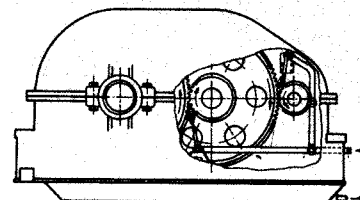
O eixo do parafuso é montado sobre mancais de rolamento, que absorvem as cargas radial e axial. A engrenagem mergulha no banho de óleo, no fundo da caixa, e transporta-o ao parafuso, de onde é salpicado aos mancais. Como o parafuso está a uma altura considerável acima do banho de óleo, o vazamento pelo eixo não apresenta problema. Portanto, não há necessidade de gaxeta no eixo do parafuso.



Conjunto médio de engrenagem sem-fim, acionado por baixo.

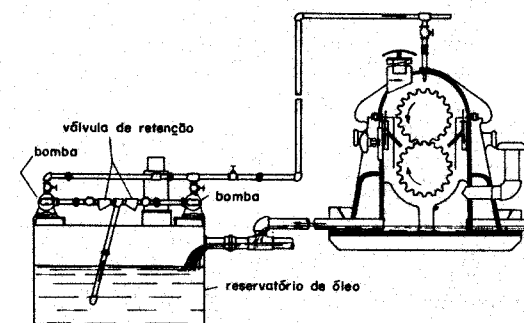
O eixo do parafuso é montado em mancais de rolamento. O parafuso submerge parcialmente e é necessária uma gaxeta no lugar em que seu eixo penetra na caixa. Os mancais do eixo da engrenagem são lubrificados com o óleo por esta transportado. Este óleo é raspado da engrenagem por uma lâmina e encaminhado aos mancais através de condutos.

### 2 - Lubrificação por circulação



O óleo, bombeado dum reservatório externo, é pulverizado diretamente no engrenamento dos dentes.

Caixa de acionamento



Como estas engrenagens funcionam em qualquer sentido, estão providas de um dispositivo que possibilita dirigir o óleo para ambos os lados do engrenamento. O óleo, bombeado dum reservatório central, é despejado sobre a engrenagem superior. Devido à rotação desta engrenagem, o óleo é vertido numa chicana, que o dirige aos dentes da engrenagem motora, que se aproximam. Qualquer que seja a direção de rotação, o óleo é dirigido aos dentes de ambas as engrenagens, pelo lado em que se aproximam do engrenamento. O excesso de óleo cai no fundo da caixa das engrenagens e, daí, vai ao reservatório.

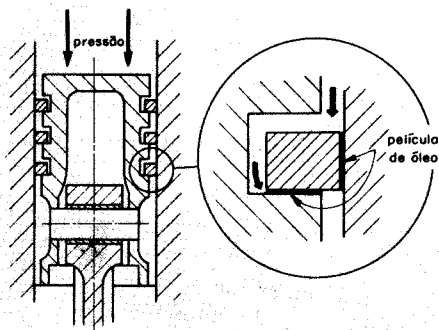
### SISTEMA CENTRAL DE LUBRIFICAÇÃO

Um grupo de caixas de acionamento e as engrenagens reductoras que as movimentam, são lubrificadas pelo óleo bombeado por um sistema centralizado. O óleo cai das várias caixas de engrenagens à câmara de decantação, e, depois de passar por purificadores, vai ao reservatório de óleo. A bomba aspira-o desse reservatório e o fornece às engrenagens, depois de ter passado por unidades filtrantes, de pano, e por um reservatório sob pressão. Os reguladores do jato e os visores permitem regular o fluxo às várias engrenagens e seus mancais.

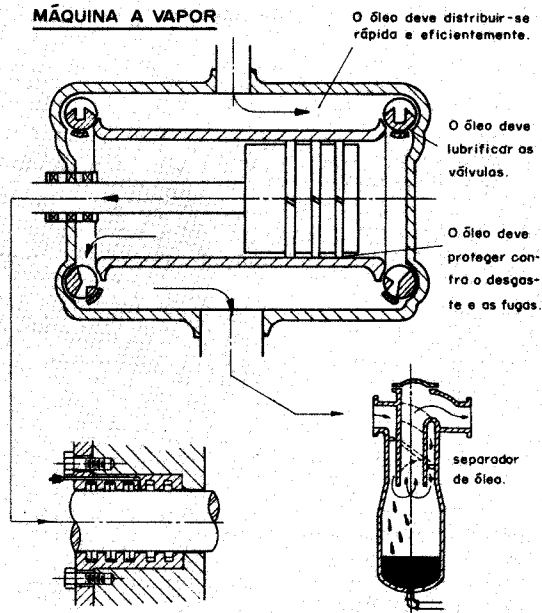
# AÇÃO DO LUBRIFICANTE

## AÇÃO DO LUBRIFICANTE NO CILINDRO

- combate o desgaste proveniente do atrito.
- completa a ação de vedamento dos anéis.



## MÁQUINA A VAPOR



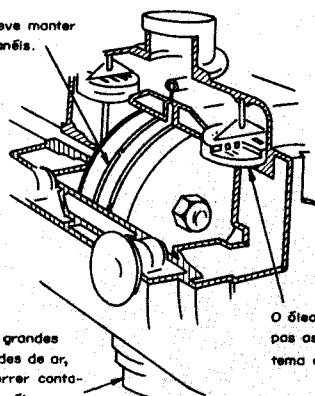
O óleo deve lubrificar a haste e manter o vedamento.

O óleo deve ser facilmente removido do vapor do escape para posteriores aplicações.

## COMPRESSORES DE AR

O principal problema consiste usar tão pouco óleo quanto possível, devido a problemas de oxidação e não obstante, reduzir a fuga dos gases e o desgaste.

O óleo deve manter livre os anéis.



O óleo deve manter limpas as válvulas e o sistema de descarga.

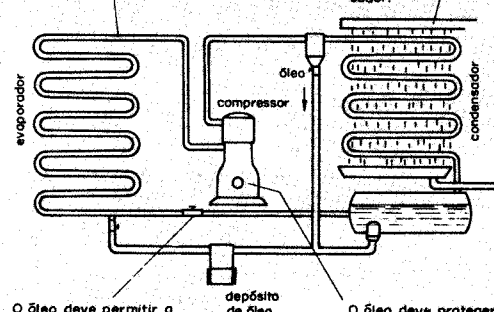
Devido a grandes quantidades de ar, pode ocorrer contaminação do óleo por partículas e impurezas.

## COMPRESSORES FRIGORÍFICOS

O problema abrange: o evaporador, o condensador e o compressor.

O óleo não deve congelar-se nas serpentinas do evaporador.

O óleo não deve formar gomosidades no condensador.



O óleo deve permitir a livre ação da válvula de expansão.

O óleo deve proteger os anéis e cilindros e evitar as fugas.

## MÁQUINAS OPERATRIZES

— Acionamentos mecânicos: câmbios, caixas Norton, aventais, cabeçotes, etc.

Devem ser evitados: depósitos nos fundos das caixas, espumas, aquecimento demasiado e ruídos.

Para sanar estes problemas o lubrificante deve estar dotado de aditivos especiais.

— Acionamento hidráulico: se as superfícies dos cilindros se apresentam onduladas, as tolerâncias originais não podem ser mantidas; se a velocidade de avanço ficar reduzida, as bombas, de alta precisão, poderão ser danificadas. Tudo isso resulta do acúmulo de depósitos nos condutos de óleo, que afeta as válvulas de comando.

— Fusos: os do tipo selado não exigem cuidados de manutenção. Os demais fusos devem usar óleo que evite a formação de gomosidades e incrustações.

— Guias: a mesa deve deslocar-se suavemente, sem trapações ou desvios, o que se consegue com perfeito acabamento das guias e uso adequado de lubrificante.

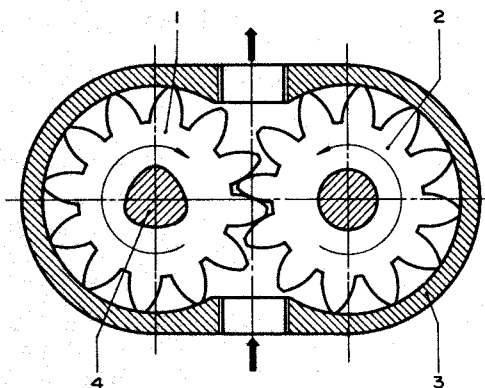
— Mancais: se for manual (com almotolia) o lubrificante não deve formar gomosidades ou vernizes.

— Ferramentas de corte e rebolos: fresas, brocas, cossinetes, machos, ferramentas de torno, rebolos de retíficas, tem sua vida útil prolongada pelo emprego de adequados fluidos para corte de metais.

— Fluidos para cortes de metais: o emprego correto restringe ao mínimo a vibração e o desgaste das ferramentas.

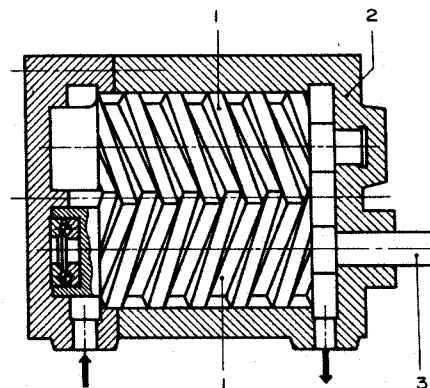


# BOMBAS DE ÓLEO



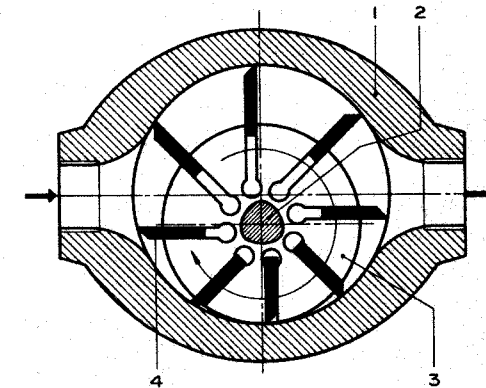
**BOMBA DE ENGRENAGENS**

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1 - Engrenagem motora | 3 - Caixa da bomba    |
| 2 - Engrenagem movida | 4 - Árvore de arraste |



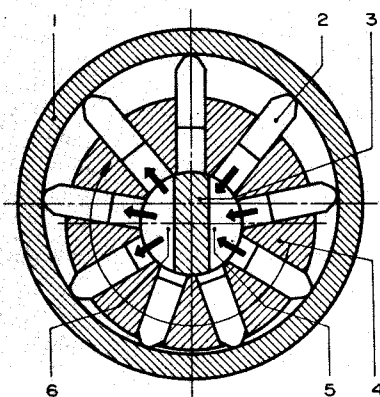
**BOMBA HELICOIDAL**

- |                    |                       |
|--------------------|-----------------------|
| 1 - Parafuso       | 3 - Árvore de arraste |
| 2 - Caixa da bomba |                       |



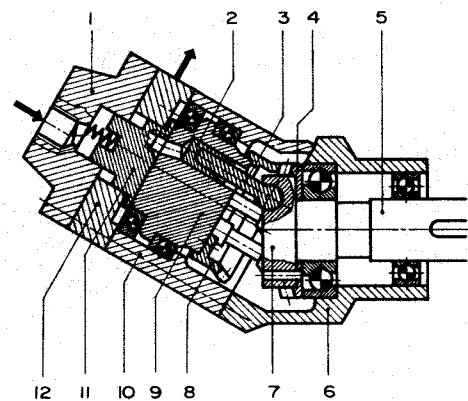
**BOMBA DE PALETAS**

- |                       |            |
|-----------------------|------------|
| 1 - Caixa da bomba    | 3 - Rotor  |
| 2 - Árvore de arraste | 4 - Paleta |



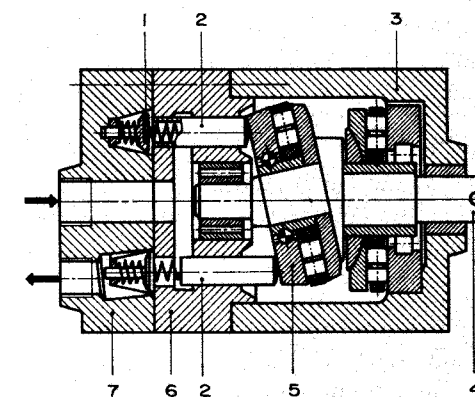
**BOMBA DE PISTÕES RADIAIS**

- |                    |                         |
|--------------------|-------------------------|
| 1 - Caixa da bomba | 4 - Rotor               |
| 2 - Pistão         | 5 - Câmara de pressão   |
| 3 - Eixo fixo      | 6 - Câmara de aspiração |



**BOMBA DE PISTÕES AXIAIS  
(PRÍNCÍPIO DA CAIXA ANGULAR)**

- |                      |                       |                         |
|----------------------|-----------------------|-------------------------|
| 1 - Tampa            | 5 - Árvore de arraste | 9 - Rotor               |
| 2 - Pistão           | 6 - Caixa             | 10 - Caixa              |
| 3 - Biela articulada | 7 - Cabeça da biela   | 11 - Pressionador       |
| 4 - Coroa dentada    | 8 - Coroa dentada     | 12 - Anel intermediário |



**BOMBA DE PISTÕES AXIAIS  
(PRÍNCÍPIO DO DISCO OSCILANTE)**

- |                       |                              |
|-----------------------|------------------------------|
| 1 - Válvulas          | 5 - Rotor do disco oscilante |
| 2 - Pistões           | 6 - Anel intermediário       |
| 3 - Caixa             | 7 - Tampa                    |
| 4 - Árvore de arraste |                              |

# MOTORES

## MOTOR

É uma máquina destinada a converter qualquer forma de energia (térmica, elétrica, hidráulica, etc.) em energia mecânica. No caso dos motores de combustão interna, há transformação de energia térmica (queima de combustível) em energia mecânica.

## POTÊNCIA

É dada pela expressão

$$P = \frac{\text{força} \times \text{deslocamento}}{\text{tempo}}$$

A potência de um motor é expressa nas seguintes unidades:

### - HORSE POWER (HP)

Corresponde à força necessária para elevar um peso de 33 mil libras a um pé de altura em um minuto.

É a unidade de medida da norma SAE. Para esta medida, o motor deverá estar completamente despido de seus equipamentos (bomba d'água, dínamo, ventilador, etc.).

### - CAVALO VAPOR (CV ou PS) (PS = Pferdestärke)

Corresponde à força necessária para elevar um peso de 75 kg a um metro de altura em um segundo (75kgm/seg).

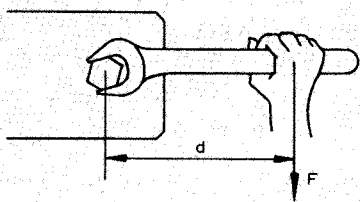
É a unidade de medida da norma DIN. Para esta medida, o motor deverá estar completamente equipado.

### - BRAKE HORSE POWER (BHP)

É a potência útil ao freio. Representa a potência aproveitável medida no volante do motor.

## MOMENTO DE UMA FORÇA

Momento de uma força em relação a um ponto, é o produto desta força pela distância do ponto à direção da força.



$$M = F \cdot d$$

As unidades utilizadas são:

### - QUILOGRÂMETRO (kgm)

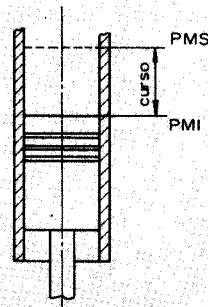
É o produto de uma força de 1kg atuando perpendicularmente num braço de alavanca, de comprimento igual a um metro. É a unidade adotada pela ABNT.

### - LIBRA-PÉ (Torque)

É o produto de uma força equivalente a uma libra, atuando perpendicularmente num braço de alavanca de comprimento igual a 1 pé. Os aparelhos utilizados para medir o torque dos motores são chamados chaves de torque ou torquímetros.

## CURSO DO PISTÃO

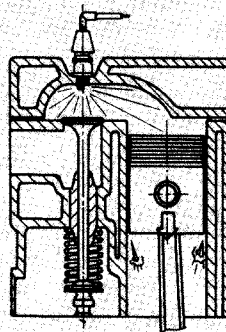
Distância que o pistão percorre, entre seu ponto morto superior (PMS) e o seu ponto morto inferior (PMI) ou vice-versa.



Ponto morto é o ponto onde o pistão inverte seu sentido de movimento.

## CÂMARA DE COMpressão OU DE COMBUSTÃO

É o espaço livre que fica acima do pistão quando este se encontra no PMS.



O símbolo é  $\gamma$ .

## CILINDRADA

É o volume total deslocado pelo pistão entre o PMI e o PMS, multiplicado pelo número de cilindros do motor. É indicado em  $\text{cm}^3$  e a fórmula para calculá-la é a seguinte:

$$C = \frac{\pi d^2 \times \text{curso} \times N}{4}$$

$d$  = diâmetro do pistão  
 $N$  = nº de cilindros

Exemplo: cilindrada de um motor de 4 cilindros, cujo diâmetro é de 83mm e curso do pistão de 69mm:

$$C = \frac{\pi \times 8,3^2 \times 6,9 \times 4}{4} \cong 1500 \text{ cm}^3$$

## RELAÇÃO DE COMPRESSÃO (taxa)

É a relação

$$RC = \frac{C + v}{v}$$

$C$  = cilindrada  
 $v$  = volume da câmara de combustão

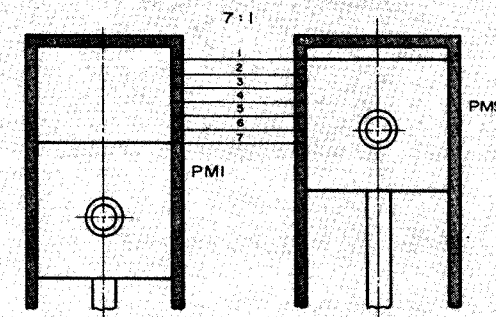
Exemplo: relação de compressão de um motor com câmara de combustão com  $215 \text{ cm}^3$  e cilindrada de  $1500 \text{ cm}^3$ :

$$RC = \frac{1500 + 215}{215} = 7,9$$

Normalmente a relação de compressão é dada na forma de 6:1 ou 7:1 onde se lê: seis por um ou sete por um.

No exemplo acima é 7,9 por um.

A figura abaixo ilustra tal fato:



## MOTORES DE QUATRO TEMPOS

### 1º tempo — admissão

À medida que o pistão move-se do PMS para o PMI, a válvula de admissão abre e forma-se uma depressão no interior do cilindro. Uma mistura de ar e combustível vaporizado é forçada pela pressão atmosférica a entrar no cilindro. O eixo de manivelas efetua meia volta.



### 2º tempo — compressão

A seguir a válvula de admissão fecha-se. À medida que o pistão desloca-se para o PMS, comprime a mistura de combustível e ar. O eixo de manivelas executa outra meia volta, completando o primeiro giro (volta completa).

### 3º tempo — combustão

Pouco antes do pistão atingir o PMS, o sistema de ignição transmite corrente elétrica à vela, fazendo saltar uma faísca entre os eletrodos desta, que inflama a mistura fortemente comprimida. Os gases em expansão, resultantes da combustão, forçam o pistão do PMS para o PMI. O eixo de manivelas efetua outra meia volta.



### 4º tempo — escapamento

Depois da queima da mistura e expansão dos gases, abre-se a válvula de escape. Os gases queimados são expulsos para fora do cilindro, quando o pistão desloca-se do PMI para o PMS outra vez. O eixo de manivelas executa outra meia volta, completando o ciclo. Então, essa série de ações, chamada ciclo, repete-se consecutivamente.

Uma vez que o pistão realiza quatro tempos, dois para o PMS e dois para o PMI, o nome completo da operação é ciclo de quatro tempos.

Portanto, há inflamação da mistura a cada quatro cursos do pistão, isto é, um ciclo compreende duas voltas do eixo de

manivelas.

É importante salientar que, dos quatro tempos, somente no de combustão, se produz energia mecânica, os outros três são passivos, isto é, absorvem energia.

## MOTORES DIESEL DE QUATRO TEMPOS

Nos motores tipo Diesel há somente admissão de ar puro, que ao ser comprimido pelo pistão, aquece-se o suficiente para inflamar o óleo (Diesel) pulverizado no interior da câmara de combustão.

Tem seu funcionamento semelhante ao motor a gasolina.

Assim temos no motor tipo Diesel:

1º tempo: — admissão (de ar puro)

2º tempo: — compressão (de ar puro)

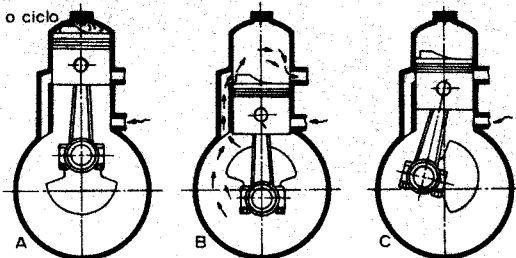
3º tempo: — combustão (pulverização de óleo Diesel e expansão dos gases queimados)

4º tempo: — escapamento (dos gases queimados)

## MOTORES DE DOIS TEMPOS

Os motores deste tipo combinam em dois cursos as funções dos de quatro tempos, sendo assim, há um curso motor para cada volta do girabrequim.

Ocorrendo a combustão o pistão é impulsionado para baixo, fornecendo trabalho, ao mesmo tempo comprime no cárter a mistura que vai ser utilizada no tempo seguinte. Continuando descendo, o pistão descobre as janelas do escapamento onde são expelidos os gases queimados, como também as janelas de admissão para permitir a entrada da mistura já comprimida no cárter. Penetrando na câmara de combustão para ser queimada, a mistura é comprimida, queimada, etc. repetindo-se o ciclo.



1º Tempo combustão/escape 2º Tempo admissão/compressão

## MOTORES DIESEL DE DOIS TEMPOS

Os motores Diesel de dois tempos, têm funcionamento semelhante, porém, admitem apenas ar puro, geralmente forçado no interior do cilindro por um compressor de baixa pressão (rotativo). Possui também um sistema de lubrificação semelhante aos motores de quatro tempos, isto é, leva o óleo no cárter e tem bomba de óleo, filtro, etc.

## ÓRGÃOS PRINCIPAIS DO MOTOR

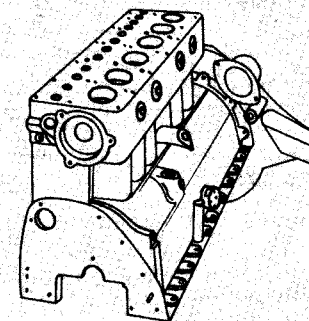
Os órgãos principais do motor estão classificados da seguinte forma:

ESTACIONÁRIOS	{	— Blocos
		— Cárter
		— Cabeçote
MÔVEIS	{	— Biela
		— Pistão
		— Eixo de manivelas
		— Eixo comando de válvulas
		— Válvulas
BOMBAS	{	— Bomba de óleo
		— Bomba d'água
MANCAIS	{	— De escorregamento
		— De rolamento

## BLOCO

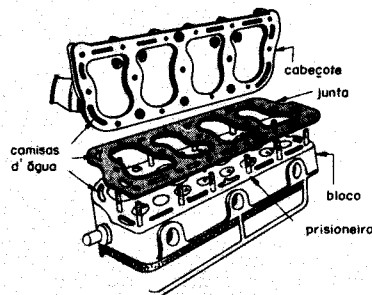
É o motor propriamente dito, onde são usinados os cilindros ou os furos para a colocação destes; os motores arrefecidos a ar levam cilindros aletados, possuindo, geralmente, bloco baixo permitindo que os cilindros fiquem expostos à circulação do ar de arrefecimento.

Na parte inferior do bloco estão os alojamentos dos mancais centrais onde se apoia o eixo de manivelas. Nos motores horizontais, de cilindros apostos, o eixo de manivelas acha-se no centro do bloco, este por sua vez é composto de duas partes justapostas, afixadas por parafusos.



## CÂRTER

Parte inferior do bloco, cobrindo os componentes inferiores do motor, e onde está depositado o óleo lubrificante.



## CABEÇOTE

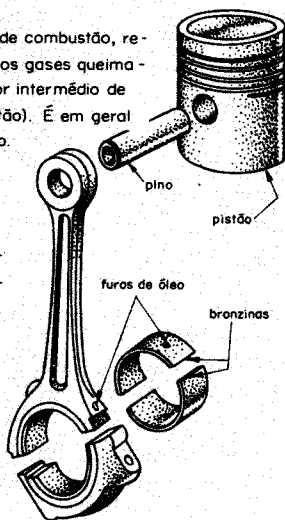
É uma espécie de tampa do motor, contra a qual o pistão comprime a mistura combustível/ar, somente ar no motor Diesel. Geralmente possui furos com rosca onde são instaladas as velas de ignição, (motor a gasolina) ou os bicos injetores (motor Diesel).

## PISTÃO

É a parte móvel da câmara de combustão, recebe a força de expansão dos gases queimados, transmitindo à biela, por intermédio de um pino de aço (pino do pistão). É em geral fabricado em liga de alumínio.

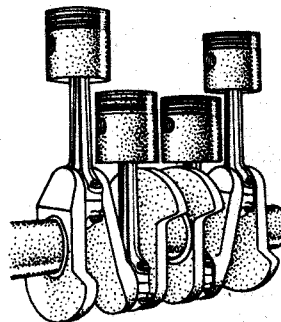
## BIELA

Braço de ligação entre o pistão e o eixo de manivelas, recebe o impulso do pistão, transmitindo-o ao eixo de manivelas. É importante salientar que o conjunto biela-eixo de manivelas, transforma o movimento retilíneo do pistão em movimento rotativo do eixo de manivelas.



## EIXO DE MANIVELAS OU VIRABREQUIM

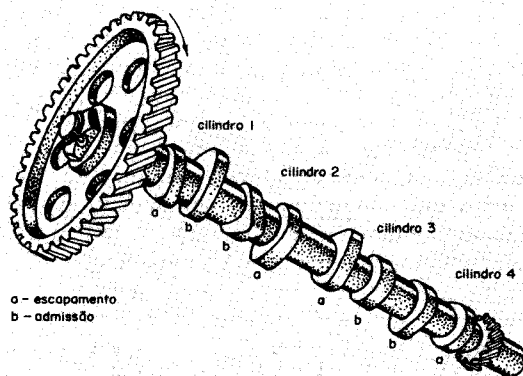
Eixo motor propriamente dito, o qual na maioria das vezes é instalado na parte inferior do bloco, recebendo ainda as bielas que lhe imprimem movimento.



## EIXO COMANDO DE VÁLVULAS

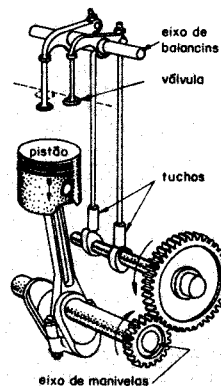
A função deste eixo é abrir as válvulas de admissão e escape, respectivamente, nos tempos de admissão e escapamento. É acionado pelo eixo de manivelas, através de engrenagem ou corrente, ou ainda correia dentada.

Dotado de ressaltos que elevam o conjunto: fucho/haste/balancim abrindo as válvulas no momento oportuno.



## VÁLVULAS

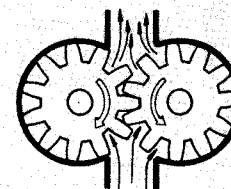
Existem dois tipos: de admissão e de escape. A primeira abre-se para permitir a entrada da mistura combustível/ar (ar puro no motor Diesel) no interior do cilindro. A outra, de escape, abre-se para dar saída aos gases queimados.



## CONJUNTO DE ACIONAMENTO DAS VÁLVULAS

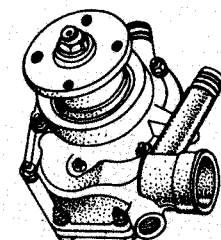
Compreende o fucho e uma haste, que o interliga ao balancim, apoiando-se diretamente sobre a válvula. No momento em que o eixo comando de válvulas gira, o ressaltado deste aciona o fucho, que por sua vez move a haste, fazendo com que o balancim transmita o movimento à válvula, abrindo-a.

## BOMBA DE ÓLEO



Mecanismo cuja finalidade é bombear o óleo do cárter do motor e enviá-lo, sob pressão, aos diversos pontos do motor, que necessitam de lubrificação.

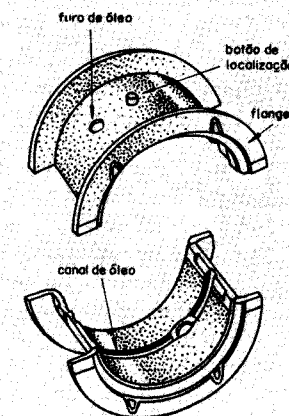
## BOMBA D'ÁGUA



Bomba destinada a efetuar a circulação de água pelo motor e radiador, para o arrefecimento do motor.

## BRONZINAS

As bronzinas (casquilhos), buchas e arruelas de encosto são peças que visam elevar a eficiência dos motores e prolongar a vida útil dos elementos móveis de maior responsabilidade e custo, como o virabrequim, o berço e o eixo de comando de válvulas.



## LUBRIFICAÇÃO DO MOTOR

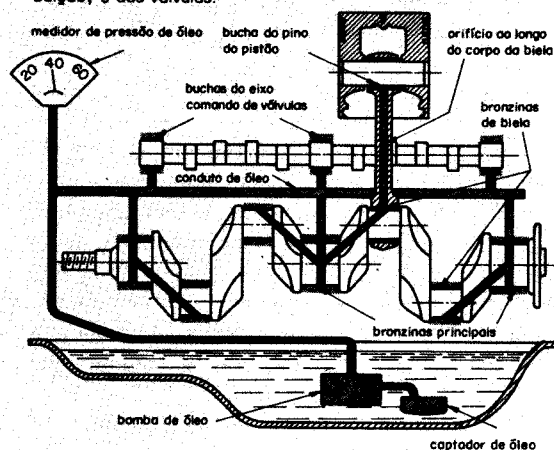
O propósito do sistema de lubrificação no motor é duplo, a saber:

- 1 - Reduzir a um mínimo o atrito.
- 2 - Reduzir a um mínimo o calor gerado, mantendo a temperatura das bronzinas, dentro dos limites toleráveis.

## SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO SOB PRESSÃO

O sistema de lubrificação sob pressão, lubrifica as partes vitais do motor desde a bomba de óleo.

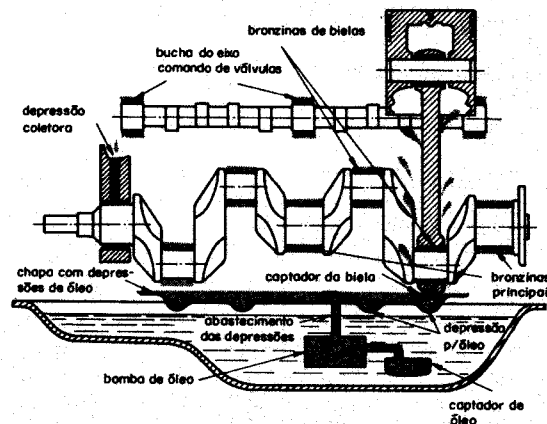
As partes que se incluem na lubrificação, são as bronzinas de mancais centrais e de biela, buchas de eixo comando de válvulas, buchas de pé de biela (do pino do pistão) e em alguns sistemas de pressão também os mecanismos de corrente de distribuição, e das válvulas.



## SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO POR SALPIQUE

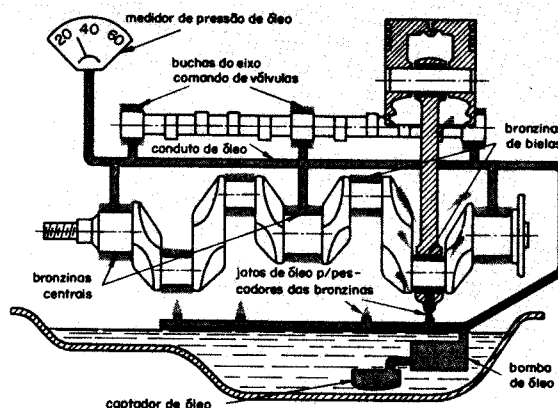
Em um sistema típico de lubrificação por salpique, o óleo é bombeado do cárter para umas depressões em uma bandeja (dentro do cárter).

Em cada volta do eixo de manivelas, a biela recolhe com seu pescador o óleo e o salpica a todas as bronzinas do motor.



## SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO COMBINADO SOB PRESSÃO E SALPIQUE

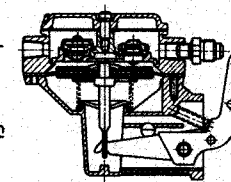
Alguns tipos de motores utilizam um sistema misto ou combinado de lubrificação, isto é, algumas peças ou partes são lubrificadas sob pressão, por intermédio da bomba e dos canais de óleo que compreendem o circuito de lubrificação, outros componentes são lubrificados por salpique através de borrifos de óleo lançados pelas bielas em movimento.



## SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DO MOTOR À GASOLINA

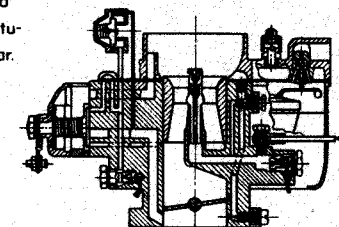
### BOMBA DE GASOLINA

Existem três tipos: elétrica, vácuo e mecânica. Tem por função transferir o combustível do reservatório (tanque) e bombeá-lo para o carburador.



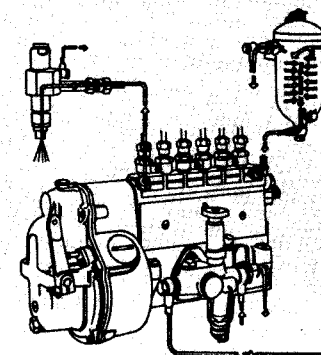
### CARBURADOR

Mecanismo com a finalidade de misturar a gasolina ao ar.



## SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO DO MOTOR DIESEL

Pode ser de pistão ou de diafragma, que alimenta a bomba injetora, bombeando o combustível do tanque, fazendo-o passar por um elemento filtrante.



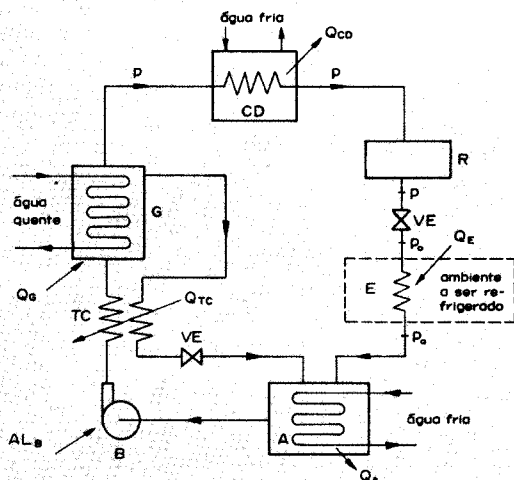
# REFRIGERAÇÃO

## SISTEMAS DE REFRIGERAÇÃO

Os sistemas de refrigeração artificiais mais empregados são dois:

### 1 - SISTEMA DE ABSORÇÃO

É baseado na propriedade que tem a água de absorver vapores de amônia.



Uma mistura de água e amônia é aquecida no gerador G. Os vapores de amônia ( $\text{NH}_3$ ) desprendidos são condensados no condensador CD onde cede calor  $Q_{CD}$  e recolhidos no reservatório R. Daí a amônia segue para a válvula de expansão VE onde sofre redução de pressão de  $p$  para  $p_0$ . No evaporador E a amônia extrai calor  $Q_E$  do meio a ser resfriado. A água contida no absorvedor A absorve os vapores de  $\text{NH}_3$ . Esta absorção cede calor  $Q_A$ . A mistura concentrada é fria e é levada para o gerador por meio da bomba através do trocador de calor TC. No gerador, a mistura da região superior é diluída. Esta mistura vai para o absorvedor através do trocador TC e de uma válvula de expansão. Como esta mistura é quente, seu calor é aproveitado para pré-aquecer a mistura mais rica que vai para G.

Balanco energético (1º princípio)

$$Q_G + Q_E + AL_B = Q_A + Q_{CD}$$

$$\text{Coeficiente de eficácia: } \varepsilon = \frac{Q_E}{Q_G + AL_B} \approx \frac{Q_E}{Q_G}$$

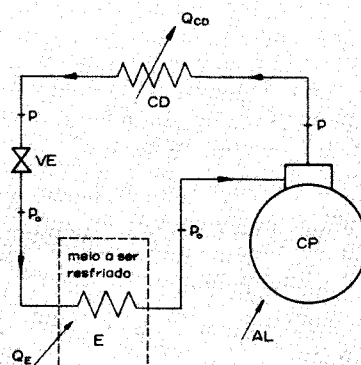
Nas boas instalações:  $\varepsilon = 40$  a  $45\%$ .

Vantagens e desvantagens

- manutenção barata
- controle simples
- operação silenciosa (só a bomba faz barulho)
- as condições de trabalho influem pouco no rendimento.
- Não há o problema de evitar o retorno do líquido ao compressor.

### 2 - SISTEMA DE COMPRESSÃO

O sistema obedece ao esquema abaixo:



CP = compressor      VE = válvula de expansão  
CD = condensador      E = evaporador

O gás sob baixa pressão  $p_0$  que se desprende do refrigerante em ebulição nas serpentinas do evaporador é removido pelo compressor, sendo comprimido a uma pressão  $p > p_0$  e descarregado no condensador. Durante a compressão o gás fica aquecido. No condensador,

o gás aquecido sob alta pressão é resfriado e liquefeito pela água fria que corre nas serpentinas do condensador. Daí vai para a válvula de expansão onde a pressão cai de  $p$  para  $p_0$ , e a temperatura se torna bastante baixa. No evaporador o refrigerante evapora e resfria o ambiente, voltando novamente ao compressor.

Balanco energético (1º princípio)  $Q_{CD} = Q_E + AL$

$$\text{Coeficiente de eficácia: } \varepsilon \approx \frac{Q_E}{AL}$$

### REFRIGERANTES USADOS

— Amônia anidra ( $\text{NH}_3$ ): é o mais comum, porém não é usado em refrigeradores domésticos pelo fato de desprender um cheiro acre. Possui elevado calor latente, vapores com grande densidade, bastante solúvel em água e muito volátil.

— Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ): não é inflamável nem combustível, não irrita as mucosas do corpo, não é prejudicial ao cobre e suas ligas, ao ferro e ao aço. A densidade é alta e portanto o seu efeito refrigerante para um determinado volume é também alto. Uma instalação frigorífica que usa o  $\text{CO}_2$  necessita um cilindro compressor com apenas 1/5 do deslocamento que seria necessário para se obter o mesmo efeito refrigerante usando-se a amônia. Dado o seu ponto de ebulição extremamente baixo, necessita ser comprimido a pressões muito elevadas e por esta razão o compressor e as tubulações de ligação devem ser construídas com maior solidez do que no caso da amônia.

— Gás sulfuroso ( $\text{SO}_2$ ): é incolor e tem cheiro desagradável. Possui boa estabilidade e é usado em pequenos refrigeradores. Não é inflamável. Em estado puro não produz efeitos corrosivos sobre o cobre e suas ligas, zinco, ferro e aço. Entretanto, em presença de água formará ácido sulfuroso, o qual sem dúvida atacará os metais acima referidos.

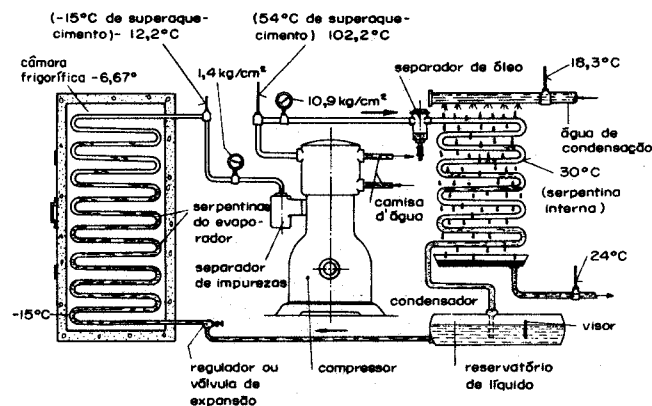
— Cloreto de etila ( $C_2H_5Cl$ ): por ser bastante estável sob condições atmosféricas normais é muitas vezes empregado em refrigeradores domésticos. Entretanto, se uma mistura de ar contendo de 5 a 14% de cloreto de etila tiver contato com uma faísca elétrica ocorrerá explosão. A densidade é relativamente baixa e consequentemente os cilindros dos compressores deverão ser maiores. Por não ter efeito corrosivo sobre o cobre e suas ligas, o ferro e o aço, é um dos refrigerantes mais desejáveis.

— Cloreto de metila ( $CH_3Cl$ ): liquefaz-se ao ser comprimido e resfriado, sendo bastante estável. É dotado de cheiro adocicado. Estas características o recomendam para aplicação em pequenos refrigeradores. No entanto pode provocar a morte por asfixia na porcentagem de 10% no ar. É solúvel em água. É explosivo se a proporção for de 10 a 15%. Não ataca o cobre e suas ligas, o ferro e o aço, porém ataca a borracha o que impede que este material seja usado na vedação.

— Cloreto de metileno (diclorometano) ( $CH_2Cl_2$ ): Possui cheiro adocicado. Não forma misturas explosivas quando em contato com o ar e em forma de gás extingue a combustão. Não afeta o aço doce, o cobre, o alumínio, o chumbo nem o estanho, embora ataque o latão aquecido até 80°C.

— Freon 12 (dicloro difluorometano) ( $CCl_2F_2$ ): Muito se aproxima do refrigerante ideal. É atóxico, não é inflamável nem explosivo e é termicamente estável até 540°C. É inerte mesmo em presença da água. O freon 12 é apenas um dos tipos de uma série de fluidos refrigerantes freon, que se estão firmando cada vez mais no conceito dos fabricantes.

## COMPONENTES MAIS COMUNS DE UM SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO

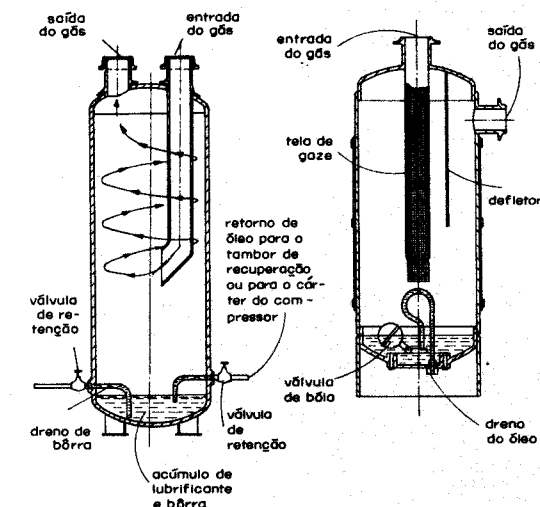


Este desenho mostra os cinco elementos basicamente empregados nos sistemas de refrigeração por compressão, ou seja: compressor, condensador, reservatório, regulador ou válvula de expansão, e evaporador. As temperaturas e pressões mencionadas são baseadas no uso de amônia anidra.

### 1 - SEPARADOR DE ÓLEO

Certa quantidade do óleo enviado ao compressor a fim de lubrificar os cilindros e outras partes móveis pode ser arrastada juntamente com o gás refrigerante sob a forma de neblina, e poderá afetar ou não o funcionamento do sistema, dependendo do refrigerante empregado. Freons, cloreto de etila e o cloreto de metileno são miscíveis com os óleos lubrificantes enquanto que outros tipos de refrigerantes não o são. Por isso, é aconselhável remover os mínimos traços de óleo antes que o refrigerante entre no condensador, o que se consegue por meio de um separador de óleo na saída do compressor.

As figuras abaixo mostram dois tipos de separadores de óleo.



### 2 - CONDENSADORES

Depois de passar pelo separador de óleo (se houver), o refrigerante aquecido sob a forma de gás é descarregado em um condensador no qual o resfriamento remove o calor absorvido pelo refrigerante no compressor.

A quantidade de calor que se deve extrair do fluido refrigerante no condensador é:

$$Q = 632 N_i + F$$

$N_i$  = potência indicada do compressor em CV.

$F$  = carga térmica em kcal/h (calor total extraído do meio).

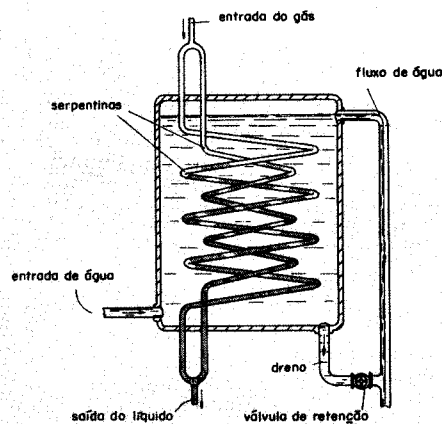
Na prática adota-se:

$$Q = (1,1 \div 1,35) F$$

Neste coeficiente está contado também o trabalho  $L_i$  que o compressor fornece ao sistema.

Na prática industrial, o meio usual de resfriamento é a água fria, não obstante em algumas unidades pequenas ser também empregado o resfriamento por ar. Há quatro tipos principais de condensadores que utilizam água como meio de resfriamento.

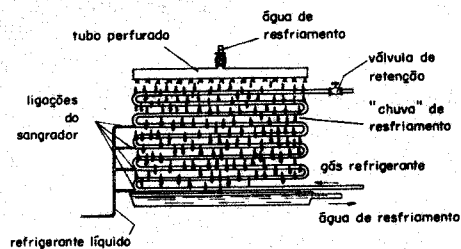
#### a - Condensador submerso



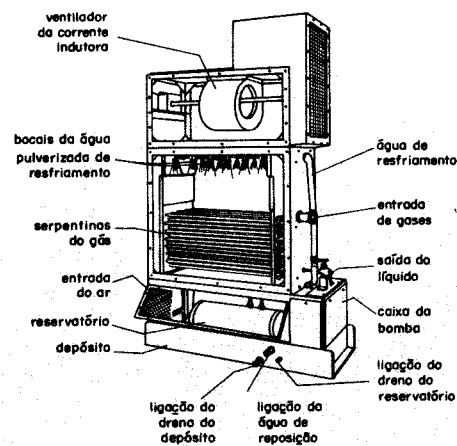
#### b - Condensadores atmosféricos

São de dois tipos:

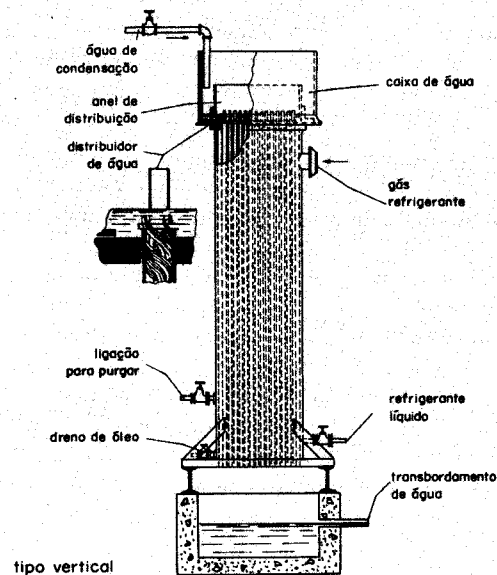
##### - Condensador afogado (sistema contra-corrente)



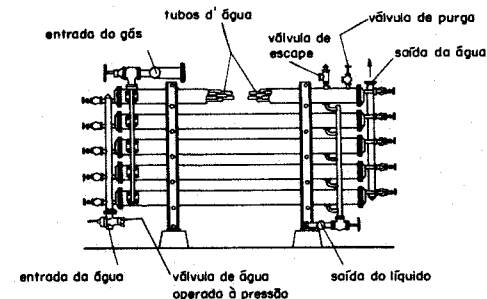
##### - Condensador evaporador (sistema de circulação em paralelo)



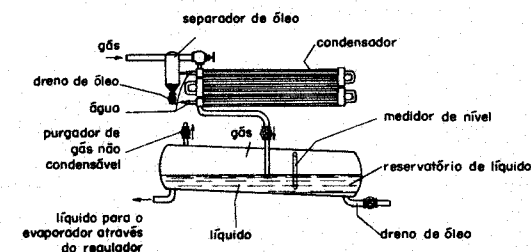
#### c - Condensador cilíndrico com tubos



#### tipo horizontal



#### d - Condensador de tubulação dupla



### 3 - PURGADOR

Ar e outros gases não condensáveis poderão penetrar no sistema durante o funcionamento do refrigerador ou originar-se de refrigerante impuro, óleo lubrificante inadequado, composto para estiragem dos tubos ou ainda de um preventivo contra a ferrugem. Geralmente estes gases se acumulam no condensador e devem ser removidos periódica ou continuamente. A purgação mais simples consiste em instalar-se uma válvula de descarga manual no topo do condensador como mostra a figura acima.



#### 4 - RESERVATÓRIO DE LÍQUIDO

É um tanque coletor que desempenha a função de depósito do refrigerante líquido procedente do condensador como mostra a última figura da página anterior. Quando se emprega Amônia, o reservatório é geralmente equipado com um dreno para óleo, isto porque a amônia líquida é mais leve do que o óleo.

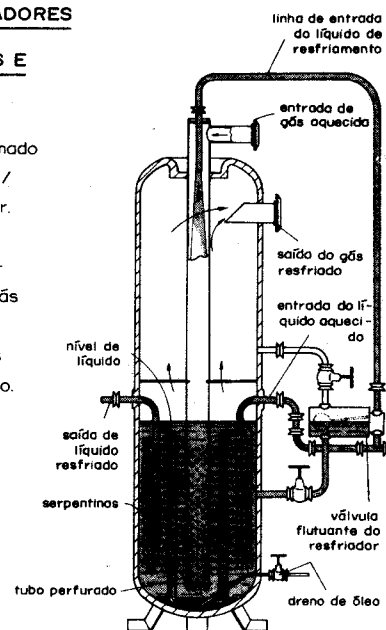
#### 5 - RESFRIADORES DO REFRIGERANTE LÍQUIDO

Se o refrigerante líquido, contido no reservatório, for resfriado antes de ser transferido para o regulador ou válvula de expansão, a quantidade de líquido que se evapora irá sendo reduzida à medida que a pressão for caindo. Isto faz com que a eficiência do evaporador seja aumentada. As instalações da página seguinte ilustram estes resfriadores.

#### 6 - RESFRIADORES

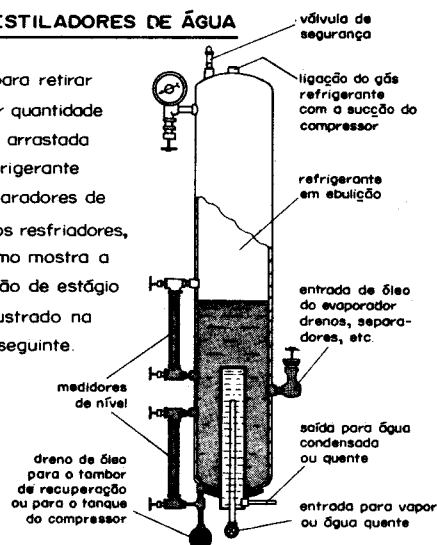
##### DE LÍQUIDOS E GASES

Também chamado pré-resfriador / inter-resfriador. A finalidade é reduzir a temperatura do gás refrigerante entre as fases de compressão.



#### 7 - DESTILADORES DE ÁGUA

Serve para retirar qualquer quantidade de óleo arrastada pelo refrigerante dos separadores de óleo, dos resfriadores, etc. como mostra a instalação de estágio duplo ilustrado na página seguinte.

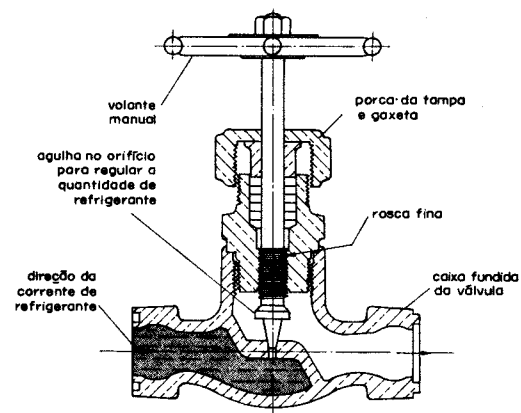


#### 8 - REGULADORES OU VÁLVULA DE EXPANSÃO

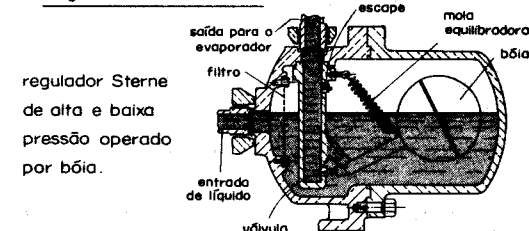
Desempenha a função de controladores da quantidade de refrigerante líquido que passa do resfriador para o evaporador, isto é, do lado de alta pressão do sistema para o lado de baixa pressão.

Há dois tipos principais de reguladores:

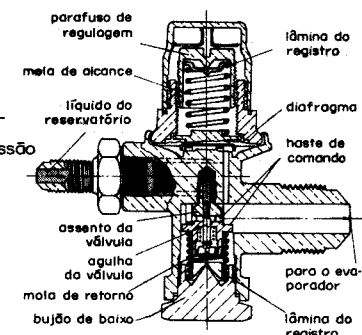
##### - Regulador manual



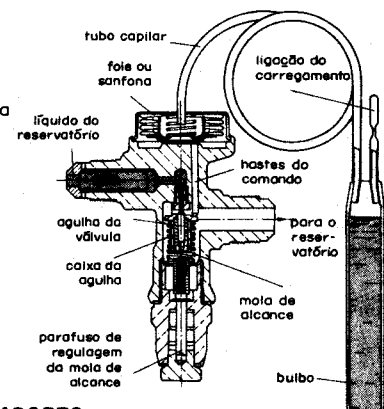
##### - Reguladores automáticos



válvula British  
Thermostat controlada por pressão



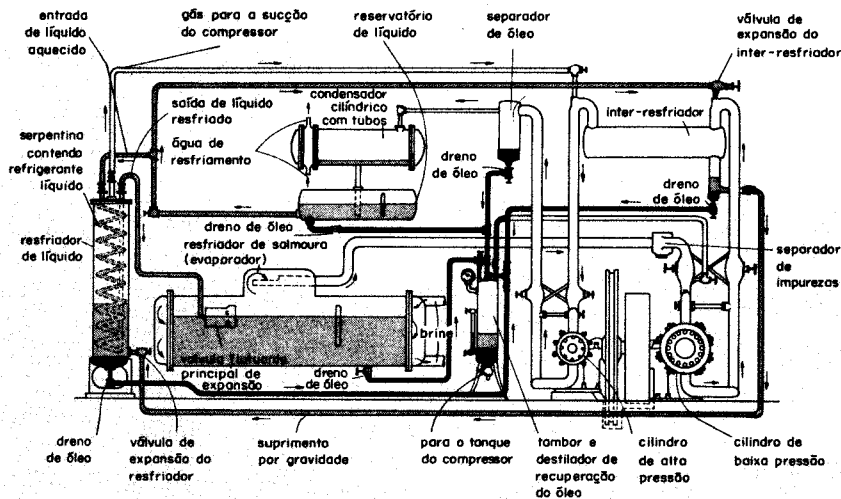
válvula British  
Thermostat da  
expansão  
termostática



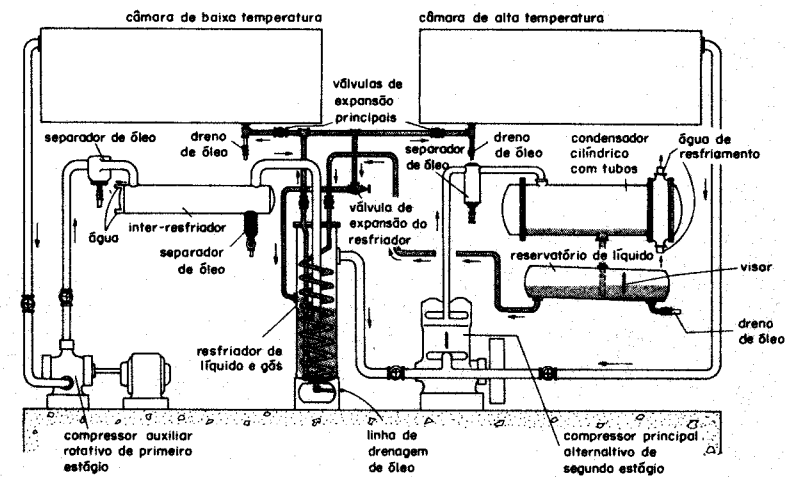
#### 8 - EVAPORADORES

Também conhecido por serpentina de expansão, é onde o refrigerante líquido se evapora ou ferve. Podem ser do tipo seco ou do tipo inundado como mostram as instalações da página seguinte.

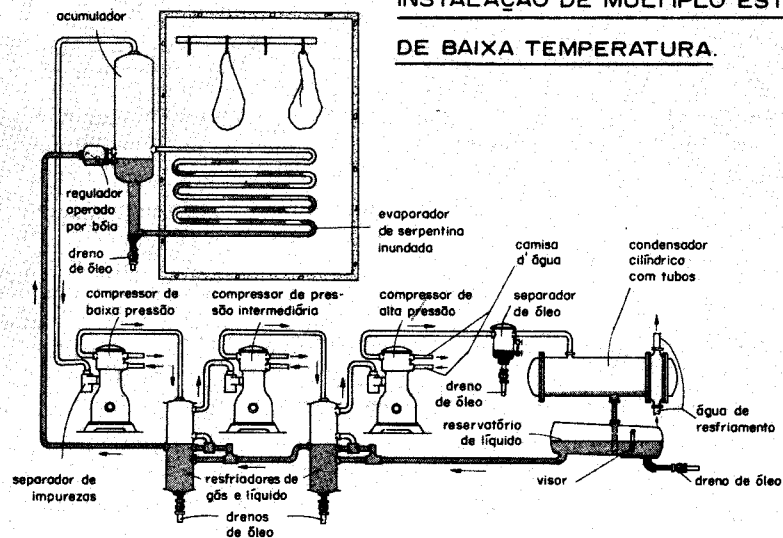
### INSTALAÇÃO DE ESTÁGIO DUPLO COM COMPRESSOR DUPLEX.



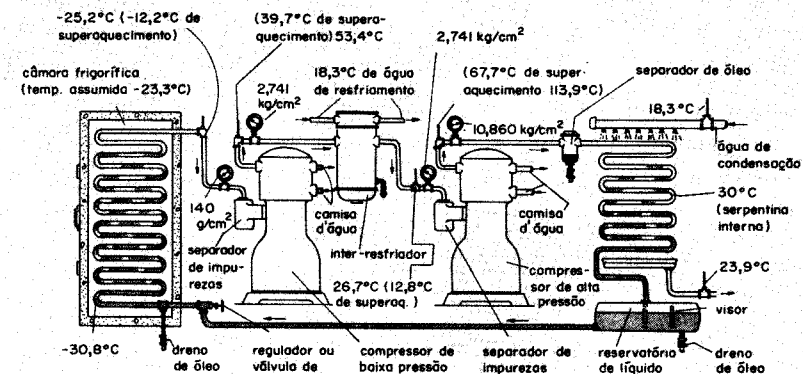
### INSTALAÇÃO BIFÁSICA COM COMPRESSOR AUXILIAR ROTATIVO.



### INSTALAÇÃO DE MÚLTIPLO ESTÁGIO DE BAIXA TEMPERATURA.



### SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO POR COMPRESSÃO DO TIPO SIMPLES DE MÚLTIPLOS ESTÁGIOS.



# COMPRESSORES

## COMPRESSORES DE FRIO

A função dos compressores é aspirar os vapores formados no evaporador e elevar a sua pressão de modo a aumentar a temperatura de condensação e assim efetuar a condensação por meio do ar ou da água.

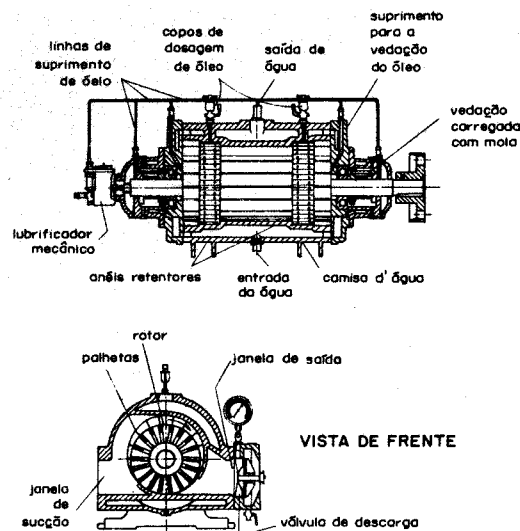
Os compressores classificam-se em:

- rotativos
  - de palhetas
  - de engrenagens
  - de pendulo
  - centrífugo (turbo-compressor)
 rotativos volumétricos  
(aumento de p por redução de V)
- alternativos
  - horizontal
  - vertical
  - em V
  - radial
 (aumento de p por redução de V)

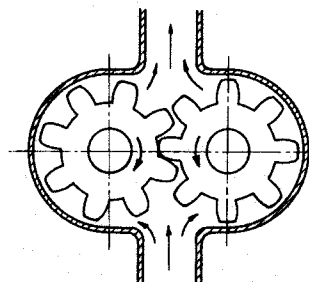
## COMPRESSORES ROTATIVOS

### 1 - COMPRESSORES DE PALHETAS

Hick Hargreaves de palhetas corredeiras.

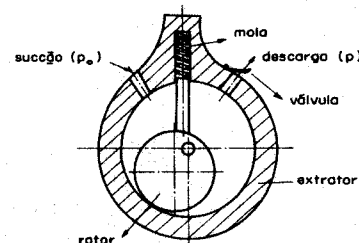


## 2 - COMPRESSOR DE ENGRENAGENS

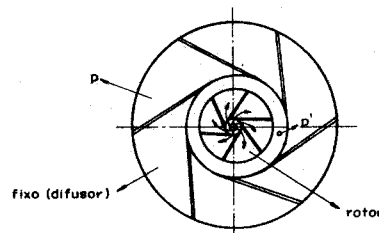


Usado em instalações de  $\text{SO}_2$ , cloroeto de metila,  $\text{NH}_3$  e transferências de líquidos frigoríficos.

## 3 - COMPRESSOR DE PÊNDULO



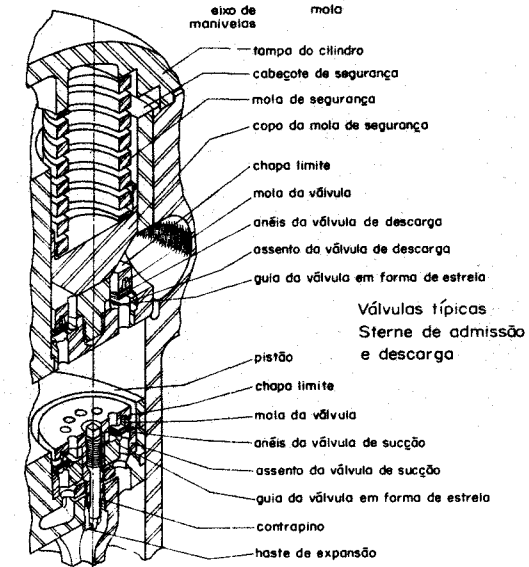
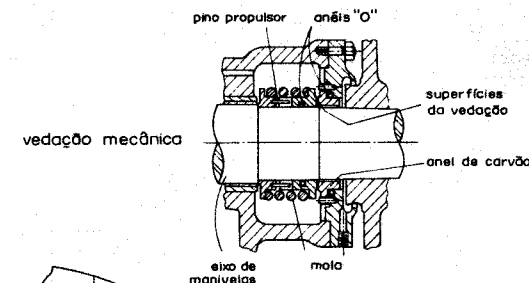
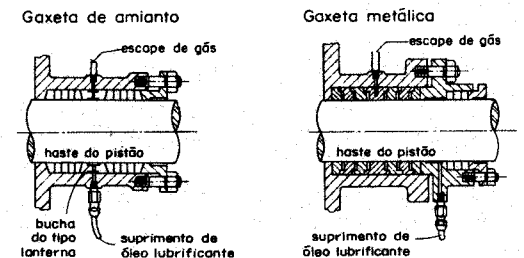
## 4 - COMPRESSOR CENTRÍFUGO



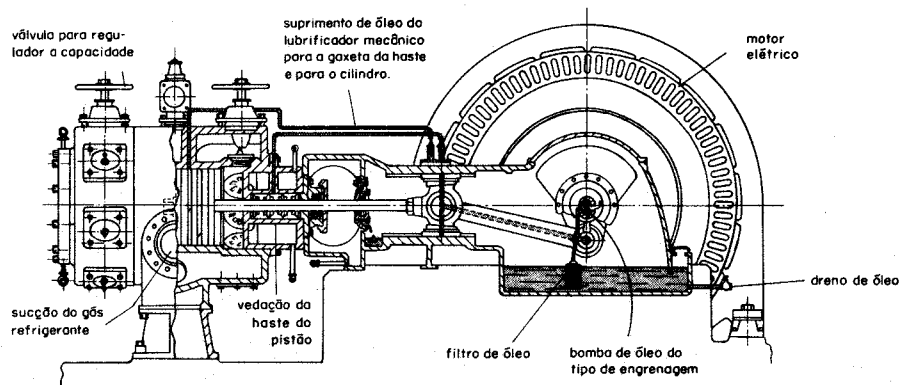
A função do difusor é transformar velocidade de em pressão.

## COMPRESSORES ALTERNATIVOS

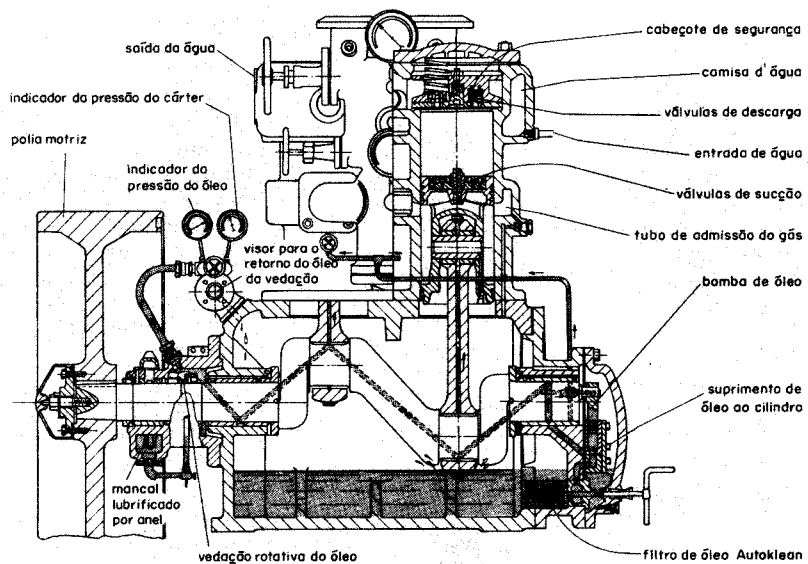
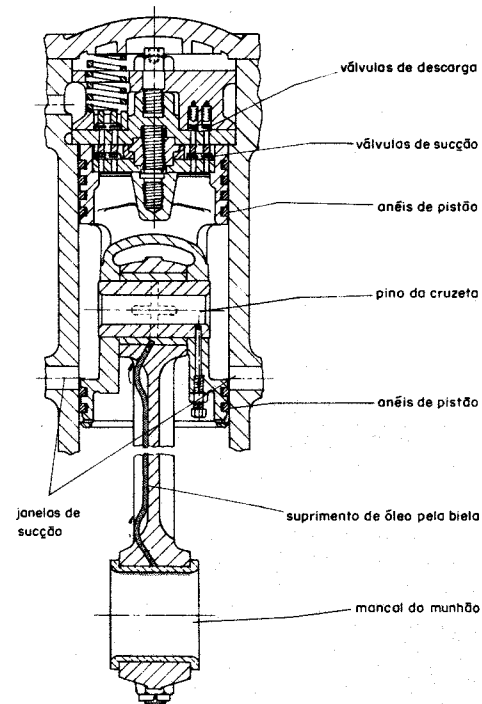
Vedações do eixo de manivelas e da haste do pistão.



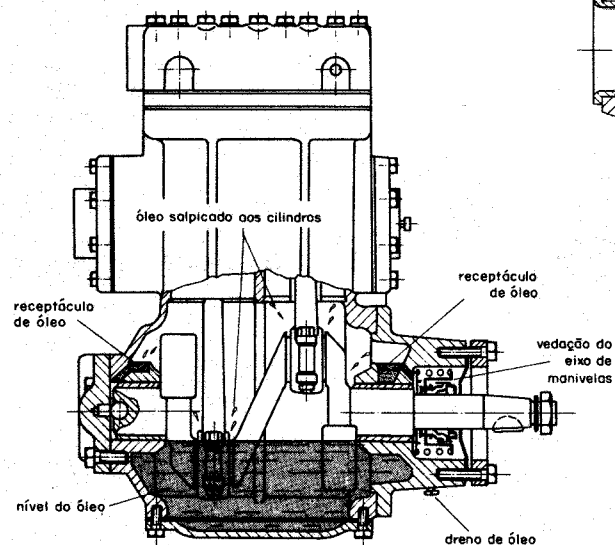
Compressor horizontal de duplo efeito para Amônia.



Detalhes do conjunto do pistão

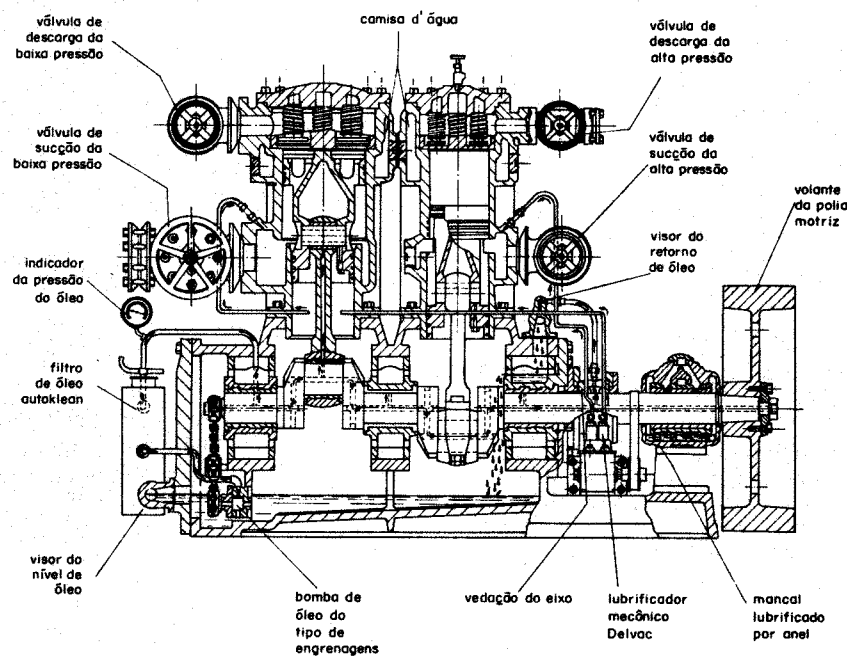


Compressor vertical Hall de 2 cilindros 9" x 9" monobloco para amônia.

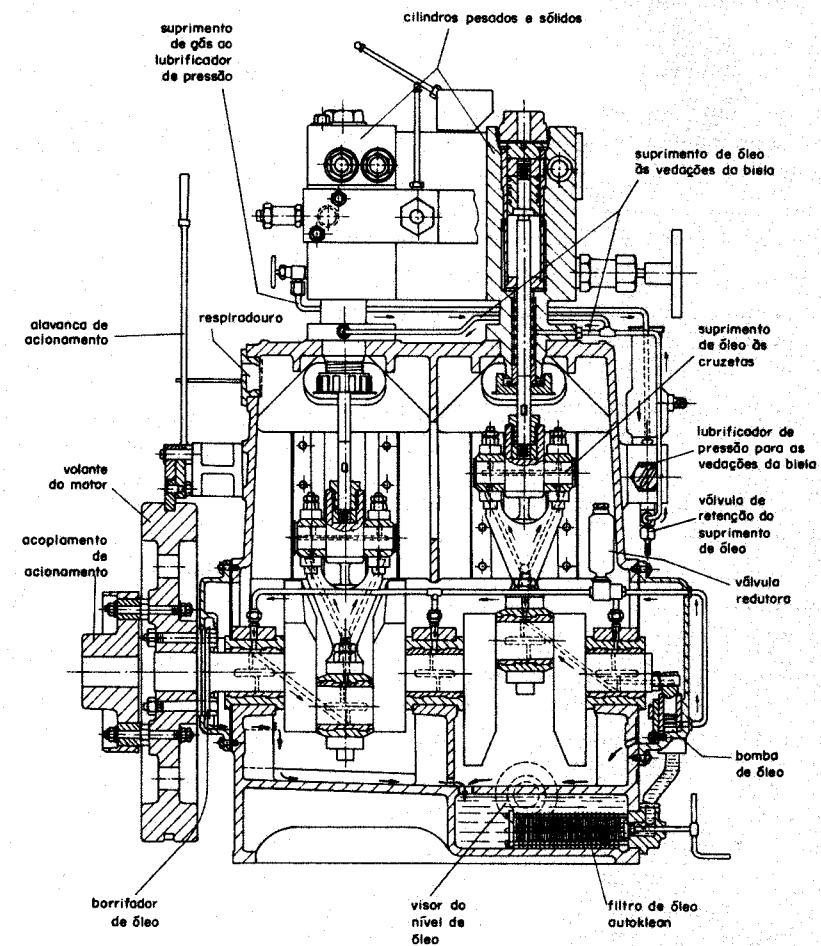


Compressor Freon Kelvinafor de dois cilindros lubrificado por salpico.

Compressor bifásico UDEC de 2 cilindros  
12-1/2" x 9" x 8" para amônia.



Compressor Light Foot de 4 cilindros 8" x 8" para amônia.



Compressor Hall de alta velocidade de 2 cilindros para bióxido de carbono.  
Em vista da existência de altas pressões, quando se emprega o bióxido de carbono, torna-se absolutamente imprescindível que o compressor seja de construção bastante sólida.

# ESTATÍSTICA

## CONJUNTO

Conjunto é uma coleção de objetos.

Exemplo:  $A = \{1, 2, 3, 4\}$  é o conjunto formado pelos inteiros positivos 1, 2, 3, 4.

Exemplo:  $B = \{x | 0 \leq x \leq 1\}$  é o conjunto de todos os  $x$ , onde  $x$  é um número real entre 0 e 1 inclusive.

Os objetos que individualmente formam a coleção ou conjunto são denominados elementos do conjunto.

Quando  $a$  for um elemento de  $A$ , escreveremos  $a \in A$ , e quando  $a$  não for um elemento de  $A$ , escreveremos  $a \notin A$ .

Conjunto vazio ou nulo é aquele que não contém nenhum elemento. É representado por  $\emptyset$ .

Quando ser elemento de  $A$  implica ser elemento de  $B$ , diremos que  $A$  é subconjunto de  $B$  e escreveremos  $A \subset B$ .

Se dois conjuntos contiverem os mesmos elementos dizemos que os dois conjuntos são iguais ou equivalentes.

A união de dois conjuntos  $A$  e  $B$  dá origem a um conjunto  $C$ , indicado da seguinte maneira:

$$C = \{x | x \in A \text{ ou } x \in B \text{ ou ambos}\}$$

$$C = A \cup B \quad (A \text{ união } B)$$

A intersecção de dois conjuntos  $A$  e  $B$  dá origem ao conjunto  $C$ , indicado da seguinte maneira:

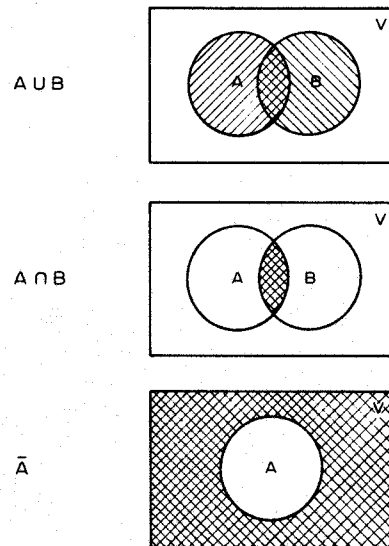
$$D = \{x | x \in A \text{ e } x \in B\}$$

$$D = A \cap B \quad (A \text{ inter } B)$$

O complemento de um conjunto  $A$  é denotado por  $\bar{A}$  e é constituído por todos os elementos que não estejam em  $A$ .

$$\bar{A} = \{x | x \notin A\}$$

União, intersecção e complemento podem ser representados no diagrama de Venn:



$V$  é o conjunto fundamental ao qual pertencem todos os objetos que estão sendo estudados.

Exemplo:  $V = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$

$$A = \{1, 2, 3, 4\} \text{ e } B = \{3, 4, 5, 6\}$$

$$A \cup B = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$$

$$A \cap B = \{3, 4\} \quad \bar{A} = \{5, 6, 7, 8, 9, 10\}$$

Exemplos de conjuntos equivalentes:

$$\left. \begin{aligned} A \cup B &= B \cup A \\ A \cap B &= B \cap A \end{aligned} \right\} \text{ leis comutativas}$$

$$\left. \begin{aligned} A \cup (B \cap C) &= (A \cup B) \cap C \\ A \cap (B \cup C) &= (A \cap B) \cup C \end{aligned} \right\} \text{ leis associativas}$$

$$A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$$

$$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$$

$$A \cap \emptyset = \emptyset \quad A \cup \emptyset = A \quad (\overline{A \cap B}) = \bar{A} \cup \bar{B}$$

$$(\overline{A \cup B}) = \bar{A} \cap \bar{B} \quad \bar{\bar{A}} = A$$

## MODELOS MATEMÁTICOS

Modelo determinístico: é aquele que determina o resultado do experimento.

Ex.: medindo-se o potencial e a resistência de um circuito, pode-se calcular a corrente, pela fórmula  $I = V/R$ .

Neste modelo o resultado efetivo é determinado pelas condições sob as quais o experimento é executado.

Modelo não determinístico ou probabilístico: especifica uma distribuição de probabilidade.

Ex.: jogando-se um dado para cima existe uma probabilidade para que resulte determinado número.

Neste modelo as condições da experimentação determinam somente o comportamento probabilístico ou a lei probabilística do resultado observável.

## EXPERIMENTOS NÃO DETERMINÍSTICOS

Exemplos:

$E_1$  - Jogue uma moeda 5 vezes e observe o número de coroas obtido.

$E_2$  - Jogue uma moeda 3 vezes e observe a sequência obtida de caras e coroas.

$E_3$  - Uma lâmpada é fabricada. Em seguida é ensaiada quanto à duração da vida, pela colocação em um soquete e anotação do tempo decorrido até queimar.

Estes experimentos são também chamados experimentos aleatórios e possuem os seguintes traços comuns.

1 - Cada experimento poderá ser repetido;

2 - Seremos capazes de descrever o conjunto de todos os possíveis resultados;

3 - Quando o experimento for repetido em grande

número de vezes, uma configuração definida ou regularidade surgirá o que torna possível construir um modelo matemático preciso.

## ESPAÇO AMOSTRAL S

É o conjunto de todos os resultados possíveis de um experimento.

Nos exemplos dados de experimentos temos os seguintes espaços amostrais:

$$S_1 = \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$$

$$S_2 = \{K K K, K K C, K C K, C K K, K C C, C K C, C C K, C C C\} \quad K = \text{cara} \quad C = \text{coroa}$$

$$S_3 = \{t | t \geq 0\}$$

## EVENTOS

Um evento  $A$  é simplesmente um conjunto de resultados possíveis. É um subconjunto de um espaço amostral  $S$ .

Os eventos podem ser combinados obtendo-se novos eventos:

- Se  $A_1, A_2, \dots, A_n$  for qualquer coleção finita de eventos, então, a união desses eventos será o evento que ocorrerá se e somente se, ac menos um dos eventos  $A_i$  ocorrer.

- A intersecção desses eventos será o evento que ocorrerá se, e somente se, todos os eventos  $A_i$  ocorrerem.

Exemplo: um dispositivo eletrônico é ensaiado e o tempo total de serviço  $t$  é registrado.  $S = \{t | t \geq 0\}$  Sejam  $A$  e  $B$  dois eventos assim:

$$A = \{t | t < 100\} \quad B = \{t | 50 \leq t \leq 200\}$$

$$A \cup B = \{t | t \leq 200\}$$

$$A \cap B = \{t | 50 \leq t < 100\}$$

$$\bar{A} = \{t | t \geq 100\}$$

$$\bar{A} \cap B = \{t | 100 \leq t \leq 200\}$$

Dois eventos A e B são mutuamente exclusivos se eles não puderem ocorrer juntos. A intersecção de A e B é o conjunto vazio,  $A \cap B = \emptyset$ .

## FREQUÊNCIA RELATIVA

Sejam  $n_A$  e  $n_B$  o número de vezes que o evento A e o evento B ocorrem em  $n$  repetições de um experimento  $E$ .

$f_A = \frac{n_A}{n}$  é denominada frequência relativa do evento A nas  $n$  repetições de  $E$ . Analogamente

$$f_B = \frac{n_B}{n}$$

Propriedades:

- $0 \leq f_A \leq 1$
- $f_A = 1$  se, e somente se, A ocorrer em todas as  $n$  repetições.
- $f_A = 0$  se, e somente se, A nunca ocorrer nas  $n$  repetições.
- $f_{A \cup B} = f_A + f_B$  se A e B forem mutuamente excludentes.
- Sejam duas taboas de mesmo tamanho deitadas no chão e sobre as quais começam a cair pingos de chuva. Seja I o pingo que cair numa taboa e O o pingo que cair na outra. Poderá acontecer: I, I, O, I, O, O, O, I, O, ...

As frequências relativas do evento  $A = \{\text{pingos I}\}$  serão:  $1, 1, 2/3, 3/4, 3/5, 3/6, 3/7, 4/8, 4/9$ . Se esse experimento continuasse indefinidamente essas frequências relativas iriam se estabilizar próximas do valor  $1/2$ .

## PROBABILIDADE

Seja S um espaço amostral associado a um experimento  $E$ .  $P(A)$  será a probabilidade de um evento A se:

- $0 \leq P(A) \leq 1$
- $P(S) = 1$
- $P(A \cup B) = P(A) + P(B)$  se A e B forem eventos mutuamente excludentes.

## PROPRIEDADES DE P(A)

- $P(\emptyset) = 0$
- $P(A) = 1 - P(\bar{A})$
- $P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(A \cap B)$   
A e B eventos quaisquer.
- Se  $A \subset B$  então  $P(A) \leq P(B)$

Exemplo: sejam  $a_1, a_2, a_3$  os resultados possíveis de um experimento. Suponha-se que  $a_1$  seja duas vezes mais provável de ocorrer que  $a_2$  e  $a_2$  duas vezes mais que  $a_3$ .

$$P(a_1) = 2P(a_2) \quad P(a_2) = 2P(a_3)$$

Temos que:  $P(a_1) + P(a_2) + P(a_3) = 1$ ,

$$4P(a_3) + 2P(a_3) + P(a_3) = 1 \text{ logo:}$$

$$P(a_3) = \frac{1}{7} \quad P(a_2) = \frac{2}{7} \quad P(a_1) = \frac{4}{7}$$

Exemplo: um dado é lançado e todos os resultados se supõem igualmente prováveis. Seja o evento A aquele em que somente um número maior que 4 aparecer:  $A = \{5, 6\}$

$$\text{Logo: } P(A) = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6}$$

Exemplo: uma moeda equilibrada é atirada 2 vezes. O espaço amostral será:  $S = \{KK, KC, CK, CC\}$  K = cara C = coroa

Seja o evento  $A = \{\text{aparece uma cara}\}$

$$P(A) = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

Exemplo: escolher ao acaso um objeto  $a_i$  dentre N objetos significa que cada objeto tem a mesma probabilidade de ser encontrado.

$$P(a_i) = \frac{1}{N}$$

Exemplo: escolher ao acaso  $n$  objetos ( $n \leq N$ ) dentre N objetos significa que cada ênupla, a saber  $a_{i_1} a_{i_2} \dots a_{i_n}$  é tão provável de ser escolhida quanto qualquer outra ênupla.

Como vemos:  $P(A) = r/k$  onde:

k = número total de maneiras pelas quais  $E$  pode ocorrer.

r = número de maneiras pelas quais A pode o-

correr.

## PROBABILIDADE CONDICIONADA

Sejam A e B dois eventos associados ao experimento  $E$ .  $P(B/A)$  é a probabilidade condicionada do evento B, quando A tiver ocorrido.

Exemplo: um lote de peças e constituído de 80 peças não defeituosas e 20 defeituosas. Suponhamos que escolhemos duas peças desse lote:

- com reposição;
- sem reposição;

Definamos dois eventos:

$A = \{\text{a primeira peça é defeituosa}\}$

$B = \{\text{a segunda peça é defeituosa}\}$

Extraindo com reposição:

$$P(A) = P(B) = 20/100 = 1/5$$

Extraindo sem reposição:

$$P(B/A) = 19/99 \text{ (porque restam 99 peças)}$$

## VARIÁVEL ALEATÓRIA

Seja  $E$  um experimento e S um espaço amostral associado ao experimento. Uma função  $X$ , que associe a cada elemento  $s \in S$  um número real  $X(s)$  é denominada variável aleatória.

Exemplo: ao descrever uma peça manufaturada podemos empregar apenas as categorias "defeituosa" e "não defeituosa". Contudo, muitas vezes requer-se seu registro com um número por exemplo:

peças defeituosas: valor 1

peças não defeituosas: valor 0

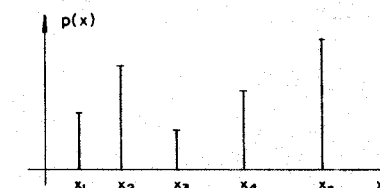
## VARIÁVEL ALEATÓRIA DISCRETA

Se o número de variável aleatória X for finito ou infinito numerável ela é discreta. Isto é, X pode ser colocado em tabela.

Seja  $x_i$  os valores de X: a probabilidade  $p(x_i)$  deve satisfazer:

- $p(x_i) \geq 0$  para todo i.
- $\sum_{i=1}^{\infty} p(x_i) = 1$

Os valores de  $x_i$  e  $p(x_i)$  podem ser colocados num gráfico obtendo-se a distribuição de probabilidade de X.



A probabilidade de um certo valor k é indicada por  $p(x=k)$ .

Existem vários tipos de distribuição. Uma delas é a distribuição binomial, de Poisson, geométrica, de Pascal, etc.

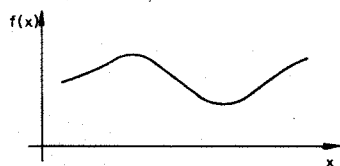
## VARIÁVEIS ALEATÓRIAS CONTÍNUAS

Se entre dois intervalos a variável aleatória X tomar todos os valores possíveis dizemos que ela é contínua. Por exemplo no intervalo  $0 \leq x \leq 1$ : ela toma qualquer valor como 0,02; 0,005; 0,3; ...

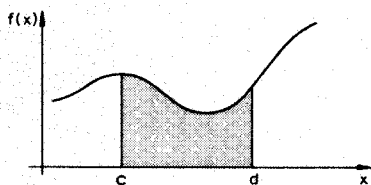
Seja  $a \leq x \leq b$  todos os valores de X. A função densidade de probabilidade f, indicada por fdp, deve satisfazer:

- $f(x) \geq 0$  para todo  $a \leq x \leq b$ .
- $\int_a^b f(x) dx = 1$

Os valores de X e de  $f(x)$  podem ser colocados num gráfico, obtendo-se uma curva qualquer:



A probabilidade de X estar entre dois valores  $c < x < d$  é indicada por  $P(c < X < d) = \int_c^d f(x) dx$  e é representada pela área hachurada no gráfico abaixo:



Existem vários tipos de fdp tais como: distribuição exponencial, distribuição normal, distribuição gama, etc.

### VALOR ESPERADO DE X

No caso de variável aleatória discreta o valor esperado  $E(X)$  é dado por:

$$E(X) = \sum_{i=1}^{\infty} x_i p(x_i)$$

No caso de variável aleatória contínua o valor esperado  $E(X)$  é dado por:

$$E(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} x f(x) dx$$

**Exemplo:** o conteúdo de cinzas no carvão digamos X, pode ser considerado como uma variável aleatória com fdp =  $\frac{1}{4,875} x^2$  com  $10 \leq x \leq 25$ .

O valor esperado de x será:

$$E(X) = \frac{1}{4,875} \int_{10}^{25} x^3 dx = 19,5\%$$

### VARIANÇA DE X

A variância  $V(X)$  é dada por:

$$V(X) = E[X - E(X)]^2 = E(X^2) - [E(X)]^2$$

A raiz quadrada positiva de  $V(X)$  é denominada desvio-padrão e é designado por  $\sigma$ .

$$\sigma = \sqrt{V(X)}$$

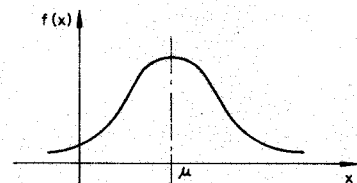
### DISTRIBUIÇÃO NORMAL

A variável aleatória X, que tome todos os valores reais  $-\infty < x < \infty$  tem uma distribuição normal se sua fdp for da forma:

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad \begin{matrix} -\infty < \mu < \infty \\ \sigma > 0 \\ \sigma = 2,71 \end{matrix}$$

Esta distribuição é representada por  $N(\mu, \sigma^2)$

O gráfico constitui a curva de Gauss:



Valor esperado de X:  $E(X) = \mu$

Variância de X:  $V(X) = \sigma^2$

Quanto menor for  $\sigma$ , mais pontiaguda será a curva.

Se  $\mu = 0$  e  $\sigma^2 = 1$  a distribuição recebe o nome de normal reduzida  $N(0,1)$ .

A probabilidade de X estar entre dois valores a, b na distribuição normal reduzida é dada por:

$$P(a \leq X \leq b) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_a^b e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

A função de distribuição acumulada, que é in-

dicada por fd, é dada por:

$$P(X \leq s) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^s e^{-\frac{x^2}{2}} dx$$

Os valores da fd são dados na tabela ao lado. Com esta tabela pode-se calcular a distribuição normal reduzida:

$$P(a \leq X \leq b) = P(X \leq b) - P(X \leq a)$$

Pode-se também calcular qualquer distribuição normal fazendo  $Y = (X - \mu)/\sigma$ .

$$P(a \leq X \leq b) = P\left(\frac{a-\mu}{\sigma} \leq Y \leq \frac{b-\mu}{\sigma}\right)$$

Além disso:  $P(X \geq s) = 1 - P(X \leq s)$

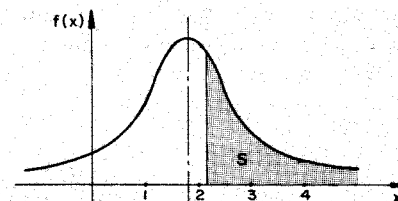
**Exemplo:** Dado  $N(2, 0,16)$ , calcular  $P(X \geq 2,3)$ .

Como  $\mu = 2$  e  $\sigma^2 = 0,16$   $\therefore \sigma = 0,4$ , temos:

$$P(X \leq 2,3) = P(-\infty \leq X \leq 2,3) = P\left(\frac{-\infty-2}{0,4} \leq Y \leq \frac{2,3-2}{0,4}\right) = P(Y \leq 0,75) = P(Y \leq 0,75)$$

Pela tabela, temos:  $P(Y \leq 0,75) = 0,773$

Logo  $P(X \leq 2,3) = 0,773$  e  $P(X \geq 2,3) = 1 - 0,773 = 0,227 = \text{área S}$ .



**Exemplo:** Para a mesma distribuição calcular  $P(1,8 \leq X \leq 2,1)$ .

Utilizando o método acima chegamos aos seguintes resultados:

$$P(X \leq 2,1) = 0,599$$

$$P(X \leq 1,8) = 0,308$$

Logo:

$$P(1,8 \leq X \leq 2,1) = 0,599 - 0,308$$

$$P(1,8 \leq X \leq 2,1) = 0,291$$

s	P(X ≤ s)	s	P(X ≤ s)
-3,0	0,0013	0,0	0,5000
-2,9	0,0019	0,1	0,5398
-2,8	0,0026	0,2	0,5793
-2,7	0,0035	0,3	0,6179
-2,6	0,0047	0,4	0,6554
-2,5	0,0062	0,5	0,6915
-2,4	0,0082	0,6	0,7257
-2,3	0,0107	0,7	0,7580
-2,2	0,0139	0,8	0,7881
-2,1	0,0179	0,9	0,8159
-2,0	0,0228	1,0	0,8413
-1,9	0,0287	1,1	0,8643
-1,8	0,0359	1,2	0,8849
-1,7	0,0446	1,3	0,9032
-1,6	0,0548	1,4	0,9192
-1,5	0,0668	1,5	0,9332
-1,4	0,0808	1,6	0,9452
-1,3	0,0968	1,7	0,9554
-1,2	0,1151	1,8	0,9641
-1,1	0,1357	1,9	0,9713
-1,0	0,1587	2,0	0,9772
-0,9	0,1841	2,1	0,9821
-0,8	0,2119	2,2	0,9861
-0,7	0,2420	2,3	0,9893
-0,6	0,2743	2,4	0,9913
-0,5	0,3085	2,5	0,9938
-0,4	0,3446	2,6	0,9953
-0,3	0,3821	2,7	0,9965
-0,2	0,4207	2,8	0,9974
-0,1	0,4602	2,9	0,9981
-0,0	0,5000	3,0	0,9987



# MEDIDAS FÍSICAS E TEORIA DOS ERROS

## MEDIDA FÍSICA

Medir é comparar uma dada grandeza com outra de mesma espécie tomada como unidade.

## SISTEMA DE UNIDADES

Entende-se por unidade, um determinado valor em função do qual, outros valores são enunciados. Para medir precisa-se conhecer a unidade da grandeza a ser medida. Em Física há interesse em estabelecer as unidades das diversas grandezas relacionadas entre si e aparecem para isso os Sistemas de Unidades. Esses sistemas baseiam-se nas unidades de algumas grandezas físicas, como fundamentais e deduzem as unidades das outras grandezas (unidades derivadas) com auxílio das relações das diversas leis físicas.

## SISTEMA CGS

É um sistema de unidades que adota como unidades fundamentais:

- C → comprimento: centímetro (cm)
- G → massa: grama (g)
- S → tempo: segundo (s)

## SISTEMA MK\*S (técnico)

É um sistema de unidades que adota como unidades fundamentais:

- M → comprimento: metro (m)
- K → força: quilograma-força (kgf ou kg)
- S → tempo: segundo (s)

## SISTEMA MKS (Giorgi)

Adota como unidades fundamentais:

- M → comprimento: metro (m)
- K → massa: quilograma (kg)
- S → tempo: segundo (s)

## TEORIA DOS ERROS

**Precisão das medidas:** ao efetuar uma medida, podemos apreciar essa medida até um certo valor. Assim ao medir um comprimento com uma simples régua e a olho nú, nós só podemos apreciar até a menor divisão da régua, em geral 1 mm. Se usarmos um nônio, a precisão da medida será maior, indo até décimo de mm ou menos.

**Sensibilidade:** é dada pelo valor da medida  $\Delta x$ , abaixo do qual todos os valores podem ser desprezados. Se uma balança for sensível a miligramas, os valores abaixo de miligramas podem ser desprezados na medida da massa.

O grau de sensibilidade é dado por

$$\epsilon = \frac{1}{\Delta x}$$

**Erro:** toda medida física comporta necessariamente um erro, originando na maioria dos casos pela imperfeição dos nossos sentidos. Três tipos de erros são distinguidos:

— **erros grosseiros:** são os erros que resultam da falta de atenção do operador que, por exemplo, fazendo a leitura de um manômetro lê 53 atmosferas onde está escrito 58. Estes erros são evitados efetuando-se as medições com maior atenção.

— **erros sistemáticos:** são os erros resultantes dos defeitos do instrumento usado. Assim, se um metro tiver na verdade 101 cm, todas as medidas efetuadas com esse metro terão um erro constante de +1 cm por metro. O que caracteriza um erro sistemático é o fato de ele se processar sempre na mesma direção, isto é, ele dá sempre um resultado por falta ou sempre por excesso.

— **erros acidentais:** são os erros motivados pela imperfeição dos nossos sentidos. Podem variar, ora para mais, ora para menos, com valores diferentes. Estes erros podem proporcionar medidas por falta ou por excesso.

**Erro absoluto:** ao medir uma grandeza efetuamos várias medidas com a mesma precisão. Depois tiramos a média aritmética x desses valores.

$$\mu = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad \begin{cases} x_i = \text{medidas} \\ n = \text{número de medidas} \end{cases}$$

Todas estas medidas poderão estar afastadas em relação à média  $\mu$ , o afastamento máximo é o erro absoluto  $\eta$ .

Dessa forma uma medida pode ser anotada da seguinte maneira:  $\mu \pm \eta$

O erro absoluto deve ser sempre maior ou igual ao grau de sensibilidade  $\epsilon$ .  $\eta \geq \epsilon$

Notar que, 58 cm e 58,0 cm não são valores equivalentes: a primeira é uma medida precisa até cm e a segunda até mm.

**Erro relativo:** é o quociente do erro absoluto pela média:  $e_r = \left| \frac{\eta}{\mu} \right|$

**Exemplo:** uma medida de comprimento (58,0 ± 0,1) cm tem por erro absoluto  $\eta = 0,1$  cm e erro relativo  $\frac{0,1}{58,0} = \frac{1}{580}$

O erro relativo pode ser dado em % ou ‰.

$$\frac{1}{580} = 0,00172 \approx 0,002 \text{ isto é } \approx 2 \text{ ‰}$$

O erro relativo é mais expressivo que o erro absoluto, pois, 2‰ significa que para cada 1000 cm ocorre um erro de 2 cm.

**Exemplo:** Em 10 medidas de mesma grandeza obteve-se:

		afastamentos
3,31	Soma = 33,2	- 0,01
3,33		+ 0,01
3,31	Média = $\frac{33,2}{10} = 3,32$	- 0,01
3,33		+ 0,01
3,32	Erro absoluto = 0,02	0
3,34		+ 0,02
3,32	Erro relativo = $\frac{0,02}{3,32} =$	0
3,31		- 0,01
3,32	= 0,00602 = 0,6%	0
3,32		0

**Precisão de uma medida:** é caracterizada unicamente pelo conhecimento do erro relativo da mesma. Assim, ao se medir uma sala de 4 m com uma fita graduada em centímetro obtém-se um resultado mais preciso que quando se mede a espessura de uma lâmina de barbear de 0,3 mm com um micrômetro capaz de avaliar até centésimo de mm.

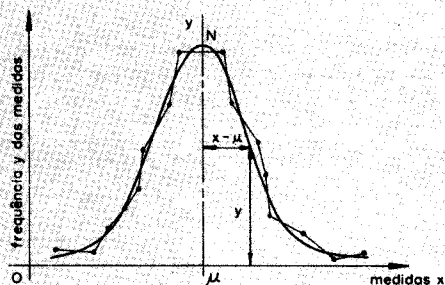
fita graduada:  $e_r = \frac{1 \text{ cm}}{400 \text{ cm}} = 0,0025 = 0,25\%$

micrômetro:  $e_r = \frac{0,01 \text{ mm}}{0,3 \text{ mm}} = 0,033 = 3,3\%$

### CURVA DE GAUSS (para erros acidentais)

Ao se tomar um número muito grande de medidas de uma mesma grandeza pode-se calcular a frequência dos erros.

A frequência de um erro de observação é a relação entre o número de casos em que se apresenta pelo número total de observação. Levando as frequências e as medidas num gráfico, obtém-se a curva de Gauss.



Esta curva é simétrica em relação a uma certa ordenada máxima N correspondente a uma abscissa μ. A curva tem por equação:

$$y = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

Portanto tem uma distribuição normal.

$x - \mu$  = afastamentos de  $\mu$

$\mu$  = valor mais provável de  $x$  ou valor médio de  $x$ .

$\sigma$  = desvio padrão (ou erro médio quadrático)  
 $\sigma^2$  = variância de  $x$ .

Quanto menor for o desvio padrão mais pontaguda será a curva de Gauss e mais precisa será a medição.

O desvio padrão coincide com os pontos de inflexão da curva

Erro médio aritmético:

$$\eta_m = \sigma \sqrt{\frac{2}{\pi}}$$

Erro provável:

$$\eta_p \approx \frac{2}{3} \eta_m$$

Para  $n$  medidas de mesma precisão, temos:

Valor mais provável:

$$\mu = \frac{\sum x}{n}$$

Desvio padrão:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \mu)^2}{n - 1}}$$

Erro médio aritmético:

$$\eta_m = \frac{\sum |x - \mu|}{\sqrt{n(n-1)}}$$

**Exemplo:** Ao medir um comprimento, encontraram-se os seguintes resultados:

32,25 m 32,27 m 32,22 m 32,23 m 32,26 m 32,21 m

Soma:  $\sum x = 193,45$   $n = 6$

Valor mais provável:  $\mu = \frac{\sum x}{n} = \frac{193,45}{6} = 32,24 \text{ m}$

$x$	$\mu$	$ x - \mu $	$(x - \mu)^2$
32,25	32,24	0,01	0,0001
32,27	32,24	0,03	0,0009
32,22	32,24	0,02	0,0004
32,23	32,24	0,01	0,0001
32,26	32,24	0,02	0,0004
32,21	32,24	0,03	0,0009
		0,12	0,0028

Desvio padrão:  $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x - \mu)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{0,0028}{6 - 1}} = 0,024 \text{ m}$

Erro médio aritmético:

$$\eta_m = \frac{\sum |x - \mu|}{\sqrt{n(n-1)}} = \frac{0,12}{\sqrt{6(6-1)}} = 0,022 \text{ m}$$

Para  $n$  medidas de precisão desigual: neste caso atribui-se às medidas pesos  $P_1, P_2, \dots$  segundo o princípio de que uma observação de peso  $p$  deve ter a mesma precisão que  $P$  observações de peso 1. As fórmulas ficam assim:

Valor mais provável:

$$\mu = \frac{\sum P x}{\sum P}$$

desvio padrão:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum P (x - \mu)^2}{n - 1}}$$

**Exemplo:** Ao se medir uma grandeza  $x$ , obtiveram-se os seguintes resultados:

Aparelho A:  $x_1 = 4,32 \text{ cm}$  (com precisão de peso 1)

Aparelho B:  $x_2 = 4,30 \text{ cm}$  (com precisão de peso 3)

Aparelho C:  $x_3 = 4,36 \text{ cm}$  (com precisão de peso 4)

Valor mais provável:

$$\mu = \frac{P_1 x_1 + P_2 x_2 + P_3 x_3}{P_1 + P_2 + P_3} = \frac{1 \cdot 4,32 + 3 \cdot 4,30 + 4 \cdot 4,36}{1 + 3 + 4} = 4,33 \text{ cm}$$

Desvio padrão:

$$\sigma = \sqrt{\frac{P_1 (x_1 - \mu)^2 + P_2 (x_2 - \mu)^2 + P_3 (x_3 - \mu)^2}{n - 1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1(4,32 - 4,33)^2 + 3(4,30 - 4,33)^2 + 4(4,36 - 4,33)^2}{3 - 1}}$$

$$\sigma = 0,056 \text{ cm}$$

# INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

## PRECISÃO DOS PAQUÍMETROS

O paquímetro de precisão apresenta certos detalhes que são os seguintes:

### 1 - A DIVISÃO

Na observação das divisões da escala de um paquímetro são considerados como elementos importantes.

— A precisão das divisões: admite-se um erro de execução em função da forma:  $f = \pm \left( 5 + \frac{L}{50} \right)$   
f é medido em  $\mu$   
L é o comprimento da escala em mm.

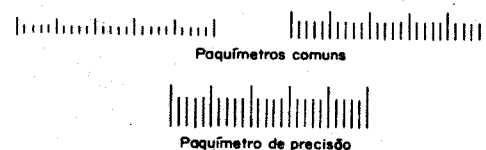
Exemplo: para L = 50mm o erro máximo admissível é  
 $f = \pm \left( 5 + \frac{50}{50} \right) = \pm (5 + 1) = \pm 6 \mu = \pm 0,006 \text{ mm}$ .

— A espessura dos traços: é dada em função da vista humana. Sabe-se que o ângulo mínimo de visão distinta é da ordem de 1'. Assim a 200mm, o limite de visão distinta seria 0,06mm. Portanto esta seria a espessura mínima do traço. No entanto a espessura ideal varia entre 0,08 e 0,12 para paquímetros com leitura de 0,02mm.

No Vernier os traços de ambas as escalas devem ter a mesma espessura.

— A qualidade dos traços: é um fator de grande importância e são considerados de boa qualidade os traços retos, finos e profundos, de bordos e espessura igual em toda sua extensão.

A figura abaixo mostra a diferença entre a escala de um paquímetro de precisão e a de um paquímetro comum.



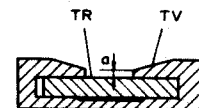
A altura ideal é:

$$\frac{h}{a} = \frac{1,6}{1}$$

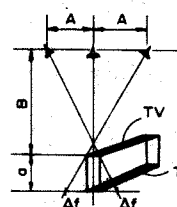
## 2 - ERROS DE LEITURA

São influenciados por paralaxe e pressão de medição.

— Paralaxe: o cursor onde é gravado o Vernier por razões técnicas, tem uma espessura mínima a. Assim os traços do Vernier TV são mais elevados que os traços da régua TR.



Colocando-se o paquímetro perpendicularmente a nossa vista e estando superpostos os traços TV e TR cada olho projeta o traço TV em posições opostas com um erro  $\Delta f$ :



$$\Delta f = \frac{A \times a}{B}$$

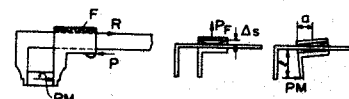
Exemplo: A = 30mm  
a = 0,1mm  
B = 200mm

$$\Delta f = \frac{30 \times 0,1}{200} = 0,015 \text{ mm}$$

— Pressão de medição P: é a pressão R necessária para vencer o atrito do cursor sobre a régua mais a pressão PM de contato com a peça a ser medida:

$$P = PM + R$$

A pressão exercida provoca uma inclinação do cursor em relação à perpendicular à régua devido ao jogo  $\Delta s$  do cursor sobre a régua, que é compensado pela mola F.



A pressão de medição crítica será:

$$PMc = \frac{R a}{u l} \quad u = \text{coeficiente de atrito da mola sobre a régua.}$$

A resistência média do cursor deve estar compreendida entre 300 a 700g. A regulagem da mola permite o operador adaptar o instrumento à sua mão. A flexão do bico é desprezível.

## 3 - ERROS DE MEDIÇÃO

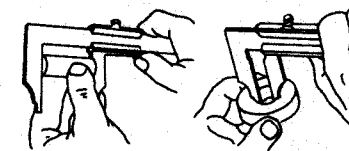
São classificados em erros de influências objetivas e subjetivas e seus valores admissíveis são num caso extremo:

ERROS	$\mu$ (micron)
objetivos	
Planidade dos bicos de medição	$\pm 2$
Paralelismo dos bicos de medição	$\pm 3$
Divisão da escala	$\pm 5 + L/50$
Divisão do Vernier	$\pm 5$
Ajustagem em zero	$\pm 5$
subjetivos	
Pressão de medição	$\pm 2$
Leitura	$\pm 15$
Total	$\pm 37 + L/50$

Na prática toma-se  $\pm \left( 25 + \frac{L}{50} \right) \mu$

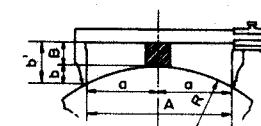
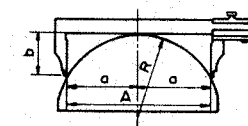
## RECOMENDAÇÕES

Nas medições externas, colocar a peça a ser medida o mais profundo possível nos bicos e nas medições internas, ao fazer a leitura, afrouxar a pressão de medição, para que a mola F faça o cursor voltar à sua posição normal.



## CÁLCULO DE RAIOS

$$R = \frac{a^2 + b^2}{2b}$$



$$b' = b + B \quad \therefore b = b' - B$$

## MEDIÇÕES LINEARES

Para a medição de comprimentos, estabeleceu-se, a partir de 1875, uma unidade internacional, chamada metro e o sistema que dele se origina (sistema métrico) também foi universalmente adotado.

No sistema britânico de medidas, a unidade fundamental para medição de comprimentos é a jarda. Os submúltiplos são: pé, que equivale a 1/3 da jarda, e a polegada que equivale a 1/12 do pé.

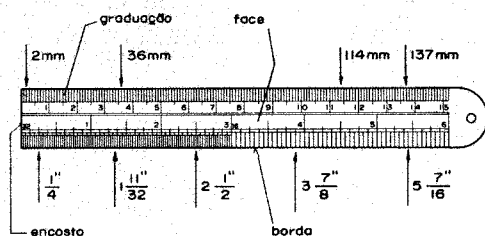
Tanto os Estados Unidos como a Inglaterra estabeleceram para a polegada o valor determinado de 25,4 mm.

## INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO

### 1 - ESCALAS

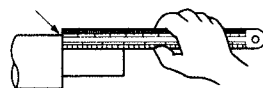
O mecânico usa a escala para tomar medidas lineares, quando não há exigência de grande rigor ou precisão.

A escala ou régua graduada, é um instrumento de aço que apresenta, em geral, graduações do sistema métrico (decímetro, centímetro e milímetro) e graduações do sistema inglês (polegada e subdivisões).



As menores divisões, que permitem clara leitura nas graduações da escala, são as de milímetro e 1/32 da polegada. Mas estas últimas, quase sempre, somente existem em parte da escala, que se apresenta em tamanhos diversos, sendo mais comuns as de 6" (152,4mm) e 12" (304,8mm).

### Usos da escala



Medição de comprimento com face de referência.

Mede-se, neste caso, a partir do encosto da escala. Este deve ser bem ajustado na face do resalto da peça. Esta face deve estar bem limpa.

### Outros tipos de escala



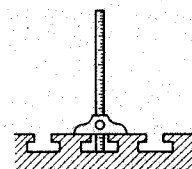
Escala de profundidade.

Escala de encosto interno.

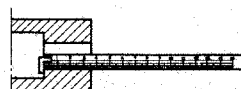


Escala de dois encostos (usada pelo ferreiro)

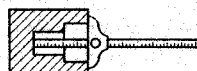
### Aplicações



Medição de profundidade de rasgo.



Medição de comprimento com face interna de referência



Medição de profundidade de furo não vazado.

### Características da boa escala

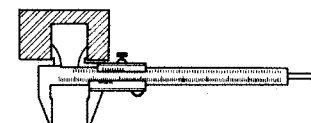
- 1) Ser, de preferência, de aço inoxidável.
- 2) Ter graduação uniforme.
- 3) Apresentar traços bem finos, profundos e salientados em preto.

As graduações de 1/2 mm e de 1/64 da polegada na escala são de leitura mais difícil.

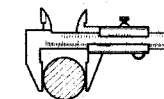
## 2 - PAQUÍMETROS

Para medidas com grande rigor.

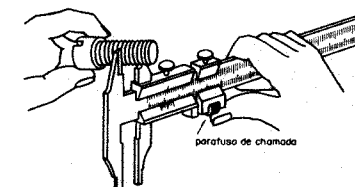
Há diferentes tipos de paquímetros, conforme os usos a que se destinam.



Paquímetro de orelha. (Medição interna).



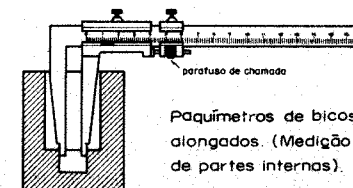
Paquímetro de orelha. (Medição externa).



Paquímetro com parafuso de chamada. (Medição de rosca de pouca precisão).

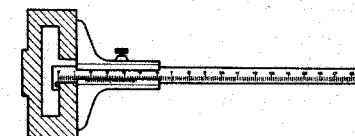


Paquímetro de orelha. (Medição de profundidade).

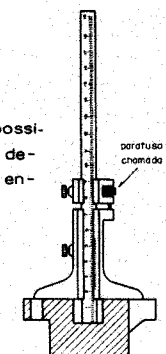


Paquímetros de bicos alongados. (Medição de partes internas).

O parafuso de chamada no paquímetro possibilita uma medição mais correta, porque determina aproximação gradual e suave do encosto móvel, por meio mecânico.

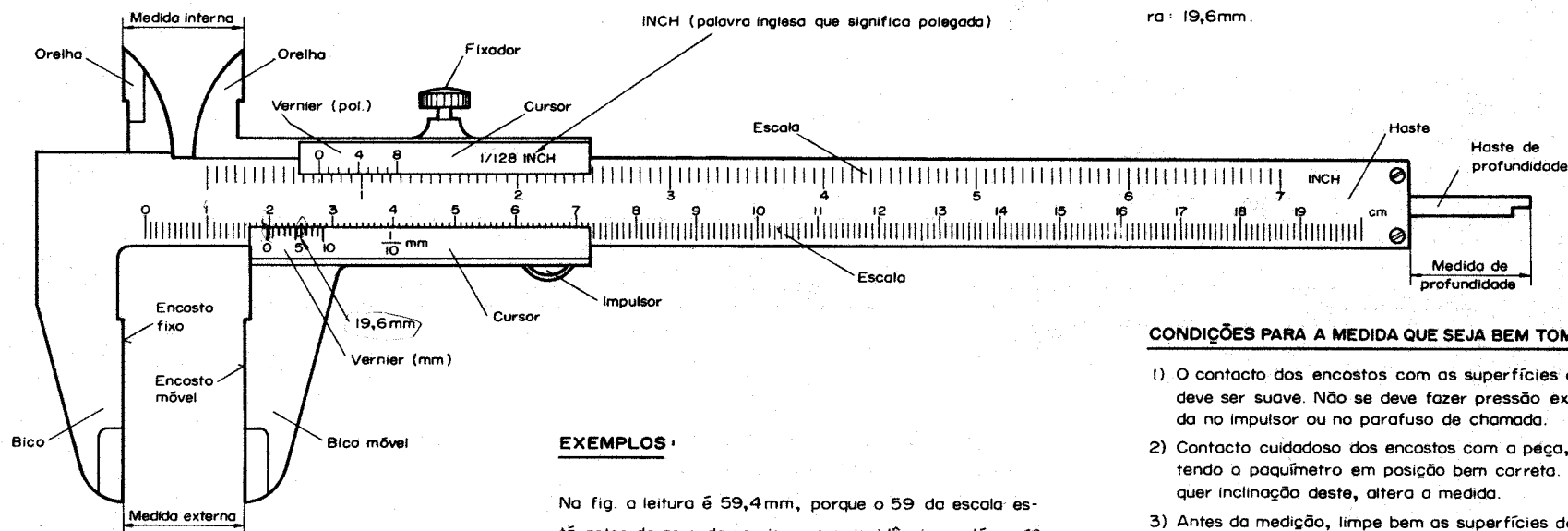


Paquímetro de profundidade com talão. (Medição de espessura de parede).



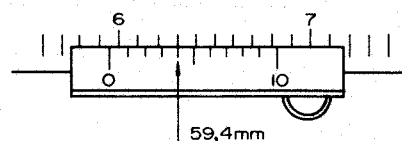
Paquímetro de profundidade. (Medição de uma ranhura).

## PAQUÍMETRO COM VERNIER DE 1/10 mm

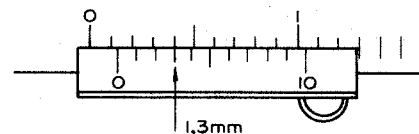


### EXEMPLOS

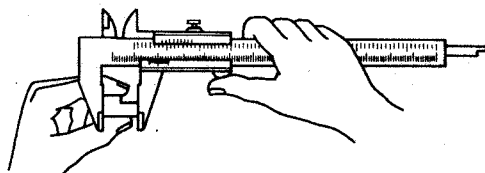
Na fig. a leitura é 59,4 mm, porque o 59 da escala está antes do zero do vernier e a coincidência se dá no 4º traço do vernier.



Na fig. a leitura é 1,3 mm, porque o 1 (milímetro) da escala está antes do zero do vernier e a coincidência se dá no 3º traço do mesmo.



## COMO SE MEDE COM O PAQUÍMETRO



A fig. mostra um exemplo do uso mais freqüente do paquímetro, indicando como segurar a peça e o instrumento. A pressão do dedo polegar contra o impulsor deve ser suave, para que o encosto móvel dê contacto com a peça, sem ficar forçado.

Lêem-se, na escala, os milímetros, até antes do "zero" do vernier. Depois, contam-se os traços do vernier, até o que coincide com um traço da escala. Exemplo da leitura: 19,6 mm.

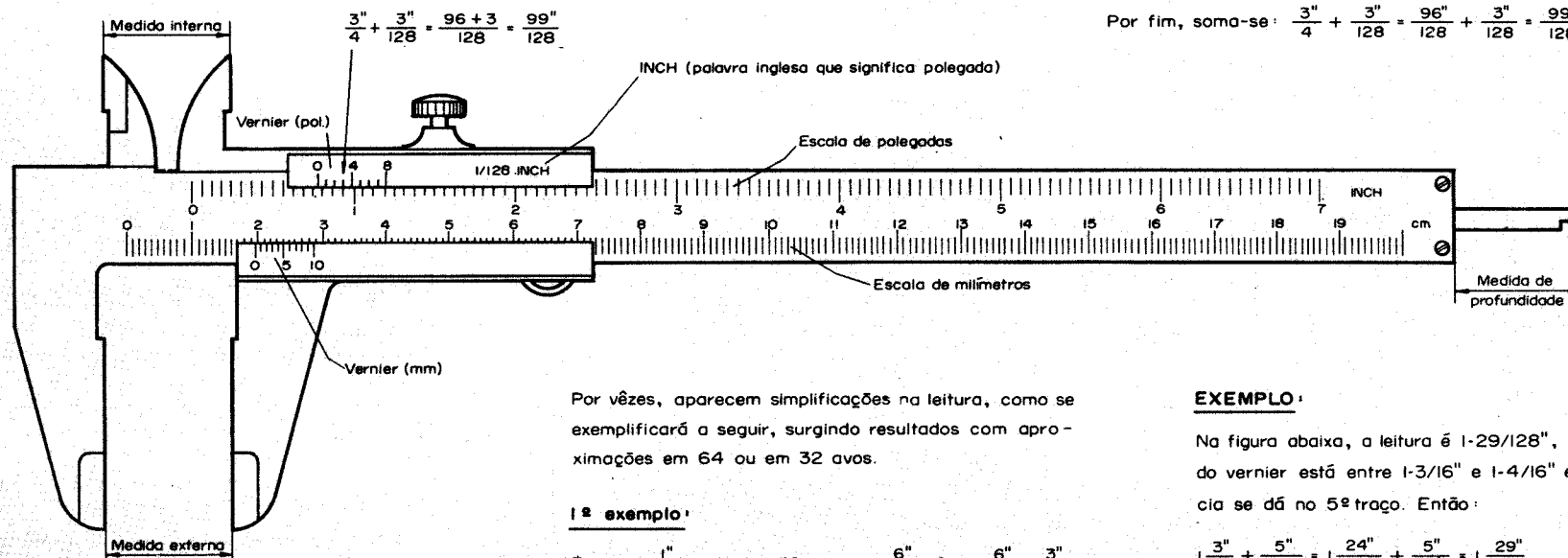
## CONDIÇÕES PARA A MEDIDA QUE SEJA BEM TOMADA

- 1) O contacto dos encostos com as superfícies da peça deve ser suave. Não se deve fazer pressão exagerada no impulsor ou no parafuso de chamada.
- 2) Contacto cuidadoso dos encostos com a peça, mantendo o paquímetro em posição bem correta. Qualquer inclinação deste, altera a medida.
- 3) Antes da medição, limpe bem as superfícies dos encostos e as faces de contacto da peça.
- 4) Meça a peça na temperatura normal. O calor dilata a mesma e altera a medida.

## CONSERVAÇÃO DO PAQUÍMETRO

- 1) Deve ser manejado com todo o cuidado, evitando-se quedas.
- 2) Evite quaisquer choques. O paquímetro não deve ficar em contacto com as ferramentas usuais de trabalho mecânico.
- 3) Evite arranhaduras ou entalhes, que prejudicam a gradação.
- 4) O paquímetro deve ser guardado em estêjo próprio.
- 5) Dê completa limpeza após o uso, lubrifique com óleo fino.
- 6) Não pressione o cursor, ao fazer uma medição.
- 7) De vez em vez, afira o paquímetro, isto é, compare sua medida com outra medida padrão rigorosa ou precisa.

# **PAQUÍMETRO COM VERNIER DE 1/128".**



Consiste o vernier numa graduação móvel especial, que dá a aproximação desejada, isto é, neste caso, a aproximação extrema de 1/128".

Isso não significa que a parte fracionária tenha sempre o denominador 128. Se, feita a leitura, o numerador for um dos números 2, 4, 6 ou 8, resultam as indispensáveis simplificações seguintes:

$$\frac{2}{128} = \frac{1}{64} \quad \frac{4}{128} = \frac{1}{32}$$

$$\frac{6}{128} = \frac{3}{64} \quad \frac{8}{128} = \frac{1}{16}$$

Como se vê, a fração 8/128" equivale à menor graduação (1/16") da escala do paquímetro.

Por vezes, aparecem simplificações na leitura, como se exemplificará a seguir, surgindo resultados com aproximações em 64 ou em 32 avos.

## **1º exemplo:**

Escala: 1  $\frac{1}{16}$ " — Vernier: 6º traço, ou  $\frac{6}{128}$ " Ora,  $\frac{6}{128} = \frac{3}{64}$

SOMA: 1  $\frac{1}{16}$ " +  $\frac{3}{64}$ " = 1  $\frac{4}{64}$ " +  $\frac{3}{64}$ " = 1  $\frac{7}{64}$ "

## **2º exemplo:**

Escala: 2  $\frac{3}{4}$ " — Vernier: 4º traço, ou  $\frac{4}{128}$ " Ora,  $\frac{4}{128} = \frac{1}{32}$

SOMA: 2  $\frac{3}{4}$ " +  $\frac{1}{32}$ " = 2  $\frac{24}{32}$ " +  $\frac{1}{32}$ " = 2  $\frac{25}{32}$ "

## **3º exemplo:**

Escala: 2  $\frac{7}{8}$ " — Vernier: 2º traço, ou  $\frac{2}{128}$ " Ora,  $\frac{2}{128} = \frac{1}{64}$

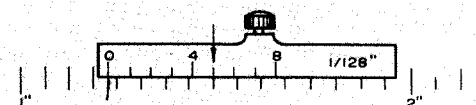
SOMA: 2  $\frac{7}{8}$ " +  $\frac{1}{64}$ " = 2  $\frac{56}{64}$ " +  $\frac{1}{64}$ " = 2  $\frac{57}{64}$ "

Lêem-se, na escala, até antes do zero do vernier, as polegadas e frações (as frações poderão ser: meia polegada ou quartos, oitavos ou dezesseis avos). Na fig., por exemplo, tem-se: 3/4". Em seguida, contam-se os traços do vernier, até o que coincide com um traço da escala. Ex.: três traços, ou seja, 3/128". Por fim, soma-se:  $\frac{3}{4} + \frac{3}{128} = \frac{96}{128} + \frac{3}{128} = \frac{99}{128}$

## **EXEMPLO:**

Na figura abaixo, a leitura é 1-29/128", porque o zero do vernier está entre 1-3/16" e 1-4/16" e a coincidência se dá no 5º traço. Então:

$$1 \frac{3}{16} + \frac{5}{128} = 1 \frac{24}{128} + \frac{5}{128} = 1 \frac{29}{128}$$

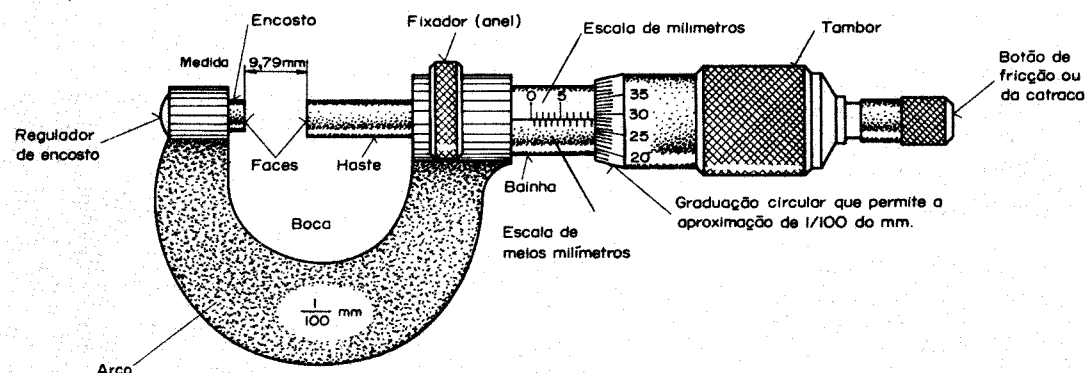


## **CARACTERÍSTICAS DO BOM PAQUÍMETRO:**

- 1) Ser de aço inoxidável.
- 2) Ter graduação uniforme.
- 3) Apresentar traços bem finos, profundos e salientados em preto.
- 4) Cursor bem ajustado, correndo suavemente ao longo da haste.
- 5) Encostos bem ajustados. Quando juntos, não deixam qualquer fresta.

Qualquer empeno do paquímetro, por menor que seja pode prejudicar o rigor da medição.

### 3 - MICRÔMETRO (0 a 25mm, leituras de 0,01mm)



O mecânico usa o micrômetro quando a aproximação, na medida das peças, tem que ser muito rigorosa, mais do que permite o paquímetro.

É um instrumento de medida de grande precisão, feito em aço inoxidável. A fig. acima apresenta um micrômetro de uso normal nas oficinas mecânicas, graduado em milímetros e meios milímetros, podendo medir até 25mm. Usualmente é chamado de micrômetro de "0 a 25mm". Há micrômetros do mesmo tipo que medem a partir de 25mm até 50mm e outros existem para maiores capacidades de medida. O micrômetro da fig. acima permite uma aproximação de medida de 1/100mm (1 centésimo de milímetro). A graduação circular do tambor é de 50 partes iguais: 0 a 50, numeradas de 5 em 5.

O fixador, que serve para firmar uma determinada abertura (distância da haste de encosto) pode ser de botão ou de anel.

A fig. ao lado apresenta um tipo, para medir com aproximação de 1/1000 da polegada, até 1". Há tipos que medem de 1" a 2", outros de 2" a 3", etc. Uma polegada, na bainha, está dividida em 40 partes iguais e a graduação circular do tambor apresenta 25 divisões iguais.

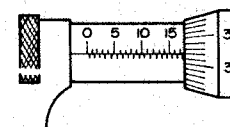
O funcionamento do micrômetro é baseado no princípio do gradual deslocamento de um parafuso, no sentido longitudinal, quando ele gira em uma porca.

A perfeição do contacto das superfícies da peça a medir com as faces da haste e do encosto do micrômetro é garantida por meio de um mecanismo de fricção ou de uma catraca. O seu botão de acionamento fica no extremo do tambor. Qualquer dos dois sistemas (fricção ou catraca) permite que se haja pressão capaz de forçar o mecanismo delicado do micrômetro. A medição é, assim, exata.

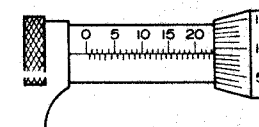
Na fig. ao lado encontram-se: 9 traços na graduação da bainha (9mm), 1 traço além dos 9mm na graduação dos meios milímetros da bainha (0,50 mm), na graduação circular do tambor, a coincidência com a reta longitudinal da bainha se dá no traço 29 (0,29mm).

Leitura completa: 9mm + 0,50mm + 0,29mm = 9,79mm

#### EXEMPLOS

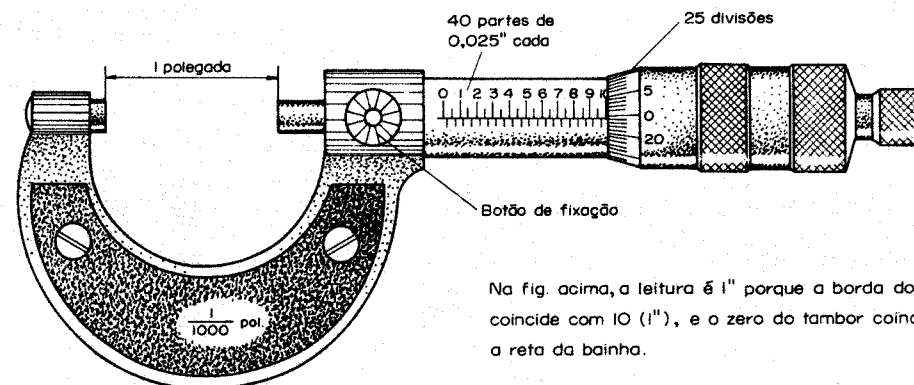


Leitura de 17,82mm

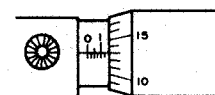


Leitura de 23,59mm

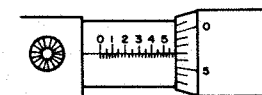
### MICRÔMETRO (0 a 1", leitura de 0,001")



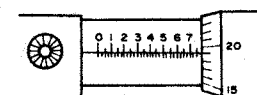
Na fig. acima, a leitura é 1" porque a borda do tambor coincide com 10 (1"), e o zero do tambor coincide com a reta da bainha.



Leitura: 0,138"  
(1 x 0,1" + 1 x 0,025" + 13 x 0,001")

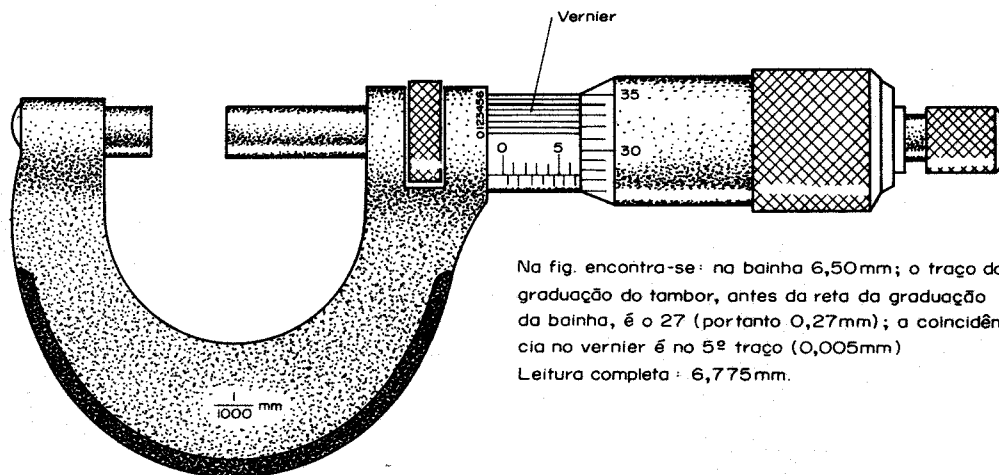


Leitura: 0,582"  
(5 x 0,1" + 3 x 0,025" + 7 x 0,001")



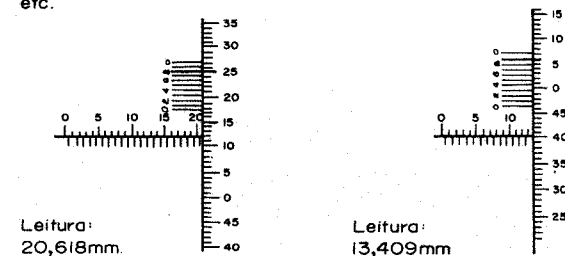
Leitura: 0,769"  
(7 x 0,1" + 2 x 0,025" + 19 x 0,001")

## MICRÔMETRO DE 1/1000mm



Na fig. encontra-se: na bainha 6,50mm; o traço da graduação do tambor, antes da reta da graduação da bainha, é o 27 (portanto 0,27mm); a coincidência no vernier é no 5º traço (0,005mm)  
Leitura completa: 6,775mm.

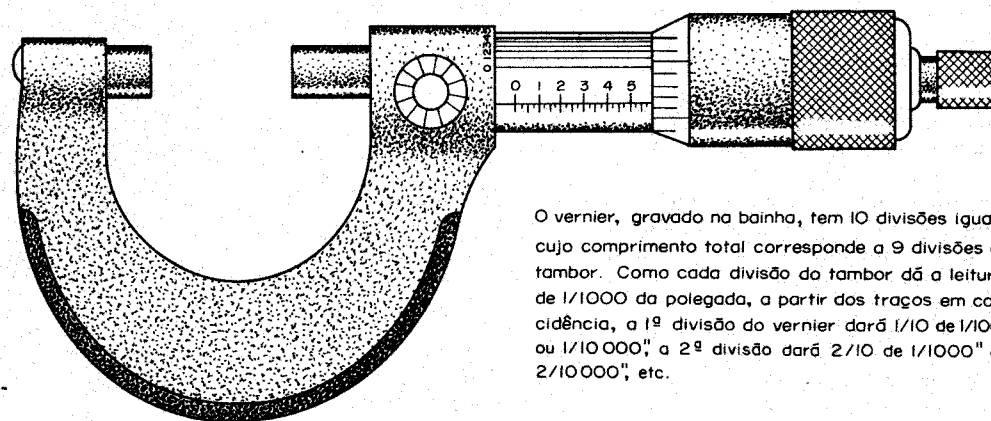
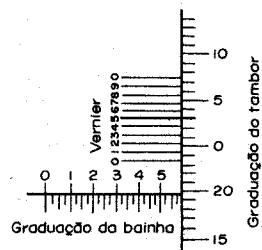
Apresenta um vernier gravado na bainha. Este vernier tem 10 divisões, cujo comprimento total corresponde a 9 divisões da graduação do tambor. Então, cada divisão do vernier é 1/10 menor do que cada divisão do tambor. Ora, cada divisão do tambor dando 1/100mm, a 1ª divisão do vernier, a partir de traços em coincidência, dará 1/10 de 1/100, ou seja  $1/10 \times 1/100 = 1/1000$  mm. A 2ª divisão do vernier dará 2/1000mm, a 3ª dará 3/1000mm, etc.



## MICRÔMETRO DE 0,0001"

### Exemplo de leitura para micrômetro de 0,0001"

Na graduação da bainha (traço 5)	0,5"
Na graduação da bainha (+3x0,025")	0,075"
Na graduação do tambor (entre traços 19 e 20)	0,019"
No vernier (coincidência no traço 5)	0,0005"
A leitura completa é portanto:	0,5945"



O vernier, gravado na bainha, tem 10 divisões iguais, cujo comprimento total corresponde a 9 divisões do tambor. Como cada divisão do tambor dá a leitura de 1/1000 da polegada, a partir dos traços em coincidência, a 1ª divisão do vernier dará 1/10 de 1/1000" ou 1/10 000", a 2ª divisão dará 2/10 de 1/1000" ou 2/10 000", etc.

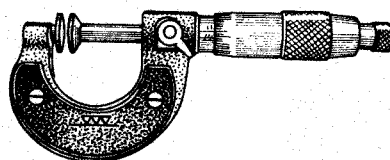


## MICRÔMETROS ESPECIAIS

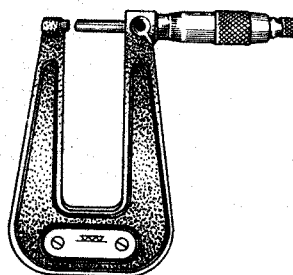
Para medição de fios



Para medição de materiais moles

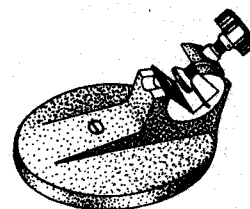


Para medição de profundidade

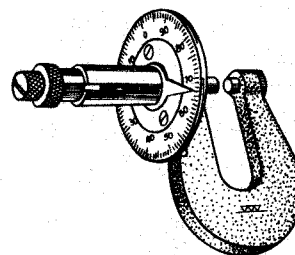


Micrômetro com arco profundo

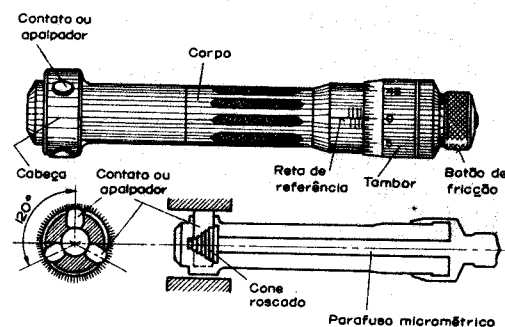
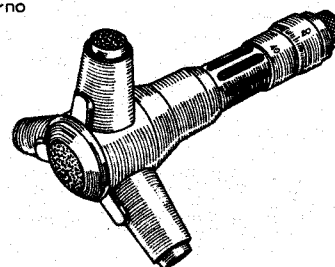
Suporte para micrômetro



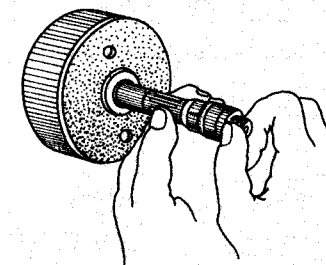
Micrômetro com disco para medição de chapas



Micrômetro interno Imicro

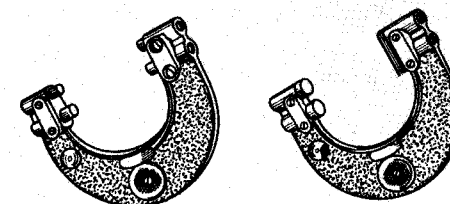


Uso do Imicro

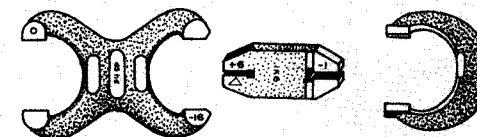


## CALIBRADORES

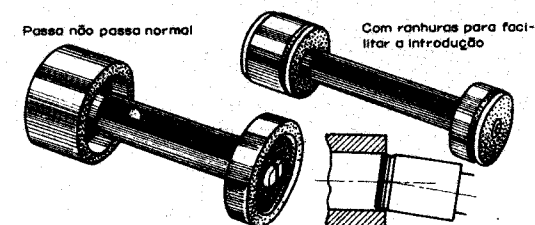
De boca ajustáveis



De boca fixas "passa não passa"

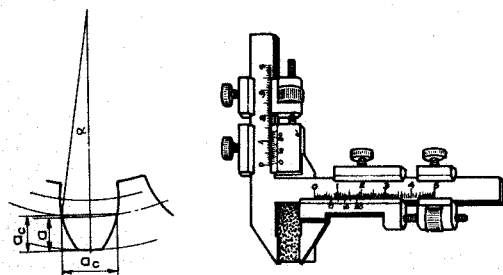


Tampão "passa não passa"



## MEDIÇÃO DE ENGRENAGENS

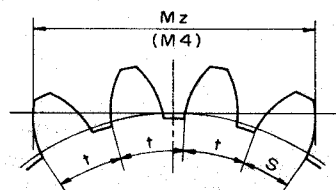
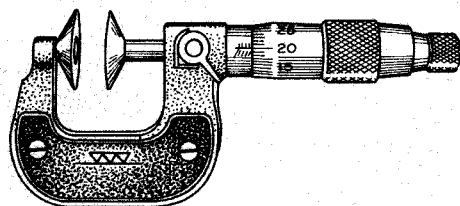
Calibrador para espessura de dentes



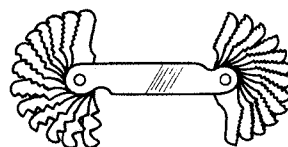
O calibrador fornece a espessura  $s_c$  em função de  $a_c$ .

$$a_c = a \left[ 1 + \frac{z}{2} (1 - \cos \alpha) \right] \quad \begin{cases} \alpha = 90^\circ/z \\ a = m \end{cases}$$

Medição W

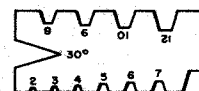
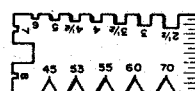


## MEDIÇÃO DE ROSCAS

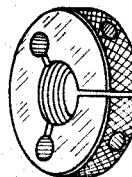


Pente de roscas

Calibradores para ângulos de roscas



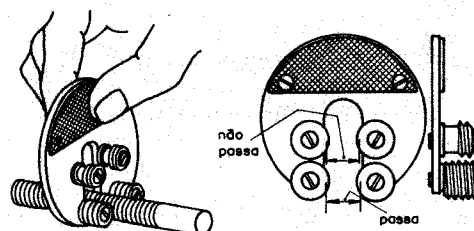
Calibrador de anel para controle de roscas externas.



Calibrador tampão de rosca

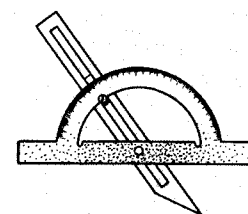
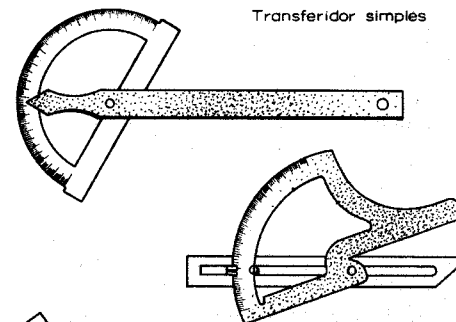


Calibrador de boca de roletes

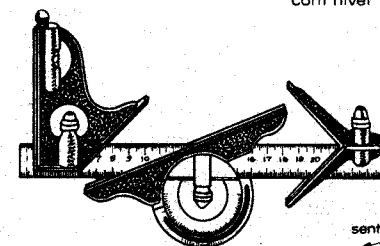


## MEDIÇÃO DE ÂNGULOS

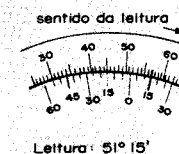
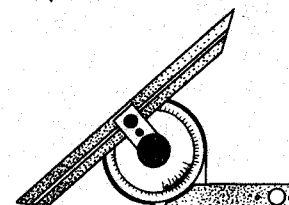
Transferidor simples



Transferidor combinado com nível e esquadros

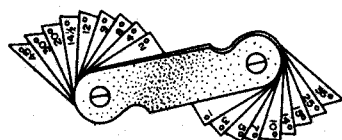
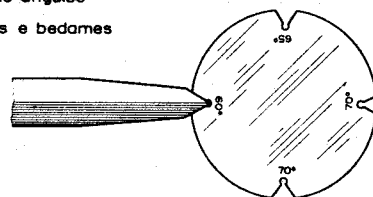


Transferidor universal de precisão



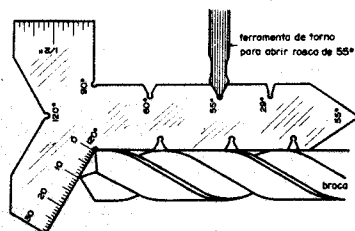
## VERIFICADORES DE ÂNGULOS

Verificador de ângulos  
de talhadeiras e bedames

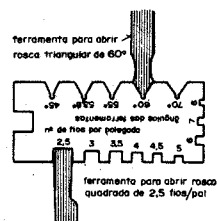
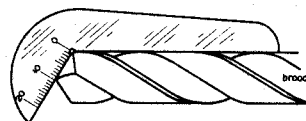


Canivete

Verificador de ângulos universal para ferramentas de torno,  
brocas, porcas sextavadas.

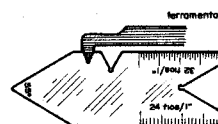


Verificador  
de ângulo  
de broca

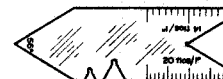


Verificador de  
ângulos de fer-  
ramentas para  
roscar.

Verificadores de ângulos de ferramentas de torno pa-  
ra roscas triangulares.

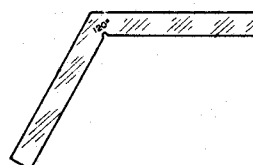


face anterior

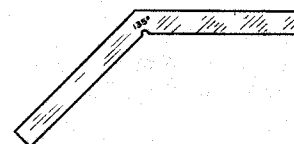


face posterior

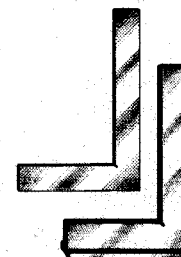
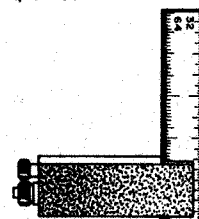
Verificador de 120°



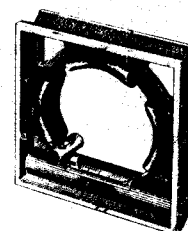
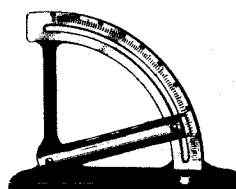
Verificador de 135°



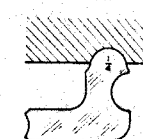
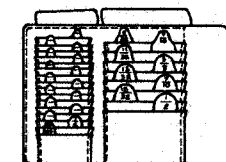
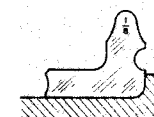
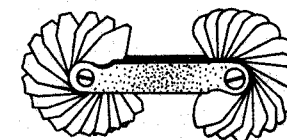
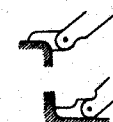
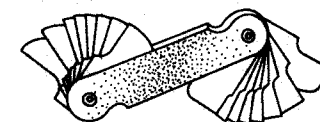
Esquadros



Níveis de precisão



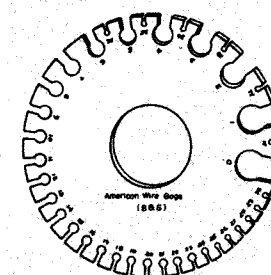
## CALIBRADORES DE RAIOS



Estôjo de gabaritos de curvaturas

## VERIFICADORES DE FIOS E CHAPAS

Verificador de  
fios e chapas  
B & S



Verificador de  
fios e chapas  
BG



# TOLERÂNCIAS E AJUSTES

## TERMINOLOGIA DE TOLERÂNCIAS E AJUSTES

Termos técnicos usados em tolerâncias e ajustes, de acordo com a TB-35 da ABNT. (resumido).

**Afastamento nominal ou afastamento:** diferença entre as dimensões limites e a nominal.

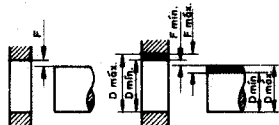
**Afastamento inferior:** diferença entre a dimensão mínima e a nominal. Símbolos:  $A_i$  para furo e  $a_i$  para eixo.

**Afastamento superior:** diferença entre a dimensão máxima e a nominal. Símbolos:  $A_s$  para furo e  $a_s$  para eixo.

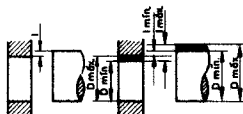


**Ajuste:** comportamento de um eixo num furo, ambos da mesma dimensão nominal, caracterizado pela folga ou interferência apresentada.

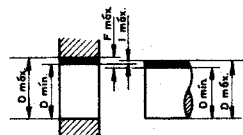
**Ajuste com folga:** aquele em que o afastamento superior do eixo é menor ou igual ao afastamento inferior do furo.



**Ajuste com interferência:** aquele em que o afastamento superior do furo é menor ou igual ao afastamento inferior do eixo.



**Ajuste incerto:** aquele em que o afastamento superior do eixo é maior que o afastamento inferior do furo e o afastamento superior do furo é maior que o afastamento inferior do eixo.



**Calibrador fixo:** aquele de fabricação inteira, sem dispositivo de regulação.

**Calibrador regulável:** aquele cujos afastamentos podem ser regulados.

**Calibrador tampão:** aquele cuja superfície de medir é cilíndrica externa.

**Calibrador anular:** aquele cuja superfície de medir é cilíndrica interna.

**Calibrador chato:** aquele cujas superfícies de medir são as duas partes de uma superfície cilíndrica externa, compreendidas entre dois planos paralelos equidistantes do eixo.

**Calibrador de boca:** aquele que tem forma de meio anel e superfícies de medir planas.

**Calibrador com superfícies de medir esféricas:** aqueles cujas extremidades pertencem à superfície de uma esfera.

**Calibrador de fabricação:** aquele usado na fabricação das peças.

**Calibrador de recepção:** aquele utilizado na recepção das peças.

**Calibrador não passa:** aquele que controla o afastamento inferior de um eixo ou o afastamento superior de um furo.

**Calibrador passa:** aquele que controla o afastamento superior de um eixo ou o afastamento inferior de um furo.

**Calibrador para eixos:** aquele que tem superfícies de medir internas.

**Calibrador para furos:** aquele que tem superfícies de medir externas.

**Campo de tolerância:** conjunto dos valores compreendidos entre os afastamentos superior e inferior.

**Contra-calibrador:** aquele destinado a verificar os calibradores.

**Dimensão efetiva:** valor obtido medindo a peça.

**Dimensão máxima:** valor máximo admissível para a dimensão efetiva. Símbolo:  $D_{m\acute{a}x}$ .

**Dimensão mínima:** valor mínimo admissível para a dimensão efetiva. Símbolo:  $D_{m\acute{i}n}$ .

**Dimensão nominal:** dimensão básica que fixa a origem dos afastamentos. Símbolo:  $D$ .

**Dimensões limites:** valores, máximo e mínimo, admissíveis para a dimensão efetiva.

**Eixo:** termo convencionalmente aplicado para fins de tolerâncias e ajustes, como sendo qualquer parte de uma peça cuja superfície externa é destinada a alojar-se na superfície interna de outra.

**Eixo base:** aquele no qual o afastamento superior é preestabelecido como sendo igual a zero.

**Folga:** diferença entre as dimensões do furo e do eixo, quando o eixo é menor que o furo. Símbolo:  $F$ .

**Folga máxima:** diferença entre as dimensões máxima do furo e mínima do eixo, quando o eixo é menor que o furo. Símbolo:  $F_{m\acute{a}x}$ .

**Folga mínima:** diferença entre as dimensões mínima do furo e máxima do eixo, quando o eixo é menor que o furo. Símbolo:  $F_{m\acute{i}n}$ .

**Furo:** termo convencionalmente aplicado, para fins de tolerâncias e ajustes, como sendo todo espaço delimitado por superfície interna de uma peça e destinado a alojar o eixo.

**Furo base:** é o furo em que o afastamento inferior é preestabelecido como sendo igual a zero.

**Grau de tolerância, qualidade de trabalho ou, simples-**

**mente, qualidade:** grau de precisão fixado pela norma de tolerâncias e ajustes.

**Interferência:** diferença entre as dimensões do eixo e do furo, quando o eixo é maior que o furo. Símbolo: I

**Interferência máxima:** diferença entre as dimensões máxima do eixo e mínima do furo, quando o eixo é maior que o furo. Símbolo: I máx.

**Interferência mínima:** diferença entre a dimensão mínima do eixo e a máxima do furo, quando o eixo é maior que o furo. Símbolo: I mín.

**Lado não passa:** aquele do calibrador que não deve passar.

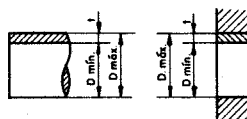
**Lado passa:** aquele do calibrador que deve passar.

**Linha zero:** linha que nos desenhos fixa a dimensão nominal e serve de origem aos afastamentos.

**Sistema de ajustes:** conjunto de princípios, regras, fórmulas e tabelas que permite a escolha racional de tolerâncias no acoplamento eixo-furo, para se obter, economicamente, uma condição preestabelecida.

**Sistema de tolerâncias:** conjunto de princípios, regras, fórmulas e tabelas que permite a escolha racional de tolerâncias para a produção econômica de peças mecânicas intercambiáveis.

**Tolerância:** variação permitida da dimensão da peça, dada pela diferença entre dimensões máxima e mínima. Símbolo: t



**Tolerância de fabricação de calibradores:** variação permitida da dimensão do calibrador na sua fabricação.

**Tolerância fundamental:** tolerância calculada para cada qualidade de trabalho e para cada grupo de dimensões.

**Unidade de tolerância:** valor numérico calculado em rela-

ção às médias geométricas das dimensões limites de cada grupo, segundo fórmula fundamental, que serve de base ao desenvolvimento do sistema e fixa a ordem de grandeza dos afastamentos.

## SISTEMA DE TOLERÂNCIAS E AJUSTES

Este sistema é normalizado pela ABNT (NB-86). A temperatura de referência é de 20 °C.

**Afastamentos nominais:** representam os limites entre os quais devem estar compreendidas as dimensões das peças, incluídos os erros de medição do fabricante.

**Unidade de tolerância:** o cálculo da tolerância é baseado na unidade de tolerância. É calculada pela equação.

$$i = 0,45 \sqrt[3]{D} + 0,001 D$$

i = unidade de tolerância, expressa em  $\mu$

D = média geométrica dos valores extremos de cada grupo de dimensões, abaixo definidos, expressa em  $\mu$

**Grupo de dimensões em mm:**

0 até 1	> 24* ≤ 30	> 120 ≤ 140*	> 280* ≤ 315
> 1 ≤ 3	> 30 ≤ 40*	> 140* ≤ 160*	> 315 ≤ 355*
> 3 ≤ 6	> 40* ≤ 50	> 160* ≤ 180	> 355* ≤ 400*
> 6 ≤ 10	> 50 ≤ 65*	> 180 ≤ 200*	> 400 ≤ 450*
> 10 ≤ 14*	> 65* ≤ 80	> 200* ≤ 225*	> 450* ≤ 500
> 14* ≤ 18	> 80 ≤ 100*	> 225* ≤ 250	
> 18 ≤ 24*	> 100* ≤ 120	> 250 ≤ 280*	

Os números com asteriscos subdividem os grupos e são aplicáveis para os casos de ajuste com grande folga ou com grande interferência.

A divisão em grupos é determinada para evitar o cálculo das tolerâncias e dos afastamentos para cada dimensão. A média geométrica dos valores extremos de cada grupo constitui a dimensão D adotada para esse cálculo.

Para a fixação dos grupos são os seguintes os critérios:

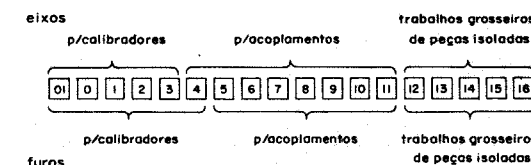
- até 180 mm, a divisão é baseada em Normas de outros países.
- de 180 a 500, a divisão é baseada na série de Renard

R 10.

— a subdivisão a partir de 140 mm corresponde aproximadamente a série Renard R 20.

## SISTEMA DE TOLERÂNCIAS:

**Qualidade de trabalho:** são previstas dezoito qualidades de trabalho (graus de tolerância) designadas por IT01, IT0, IT1, IT2, ..., IT16 (I = ISO, T = tolerância).



**Tolerâncias fundamentais em  $\mu$ :**

$\mu = 1/1000 \text{ mm}$

Grupo de dimensões mm	QUALIDADE (IT)																	
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
até 1	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	—	—	—	—	—
> 1 ≤ 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
> 3 ≤ 6	0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000
> 6 ≤ 10	0,4	0,6	1,0	1,5	2,5	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000
> 10 ≤ 18	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000
> 18 ≤ 30	0,6	1,0	1,5	2,5	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000	1500
> 30 ≤ 50	0,6	1,0	1,5	2,5	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000	1500
> 50 ≤ 80	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000	1500
> 80 ≤ 120	1,0	1,5	2,5	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000	1500	2000
> 120 ≤ 180	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000	1500	2000
> 180 ≤ 250	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000	1500	2000	3000
> 250 ≤ 315	2,5	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000	1500	2000	3000	4000
> 315 ≤ 400	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000	1500	2000	3000	4000
> 400 ≤ 500	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1000	1500	2000	3000	4000	5000

**Tolerâncias fundamentais em função de i:**

Qualidade IT	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Tolerância	7i	10i	16i	25i	40i	64i	100i	160i	250i	400i	640i	1000i

Os valores das tolerâncias fundamentais, a partir da qualidade IT5, são calculadas em função da unidade de tolerância i, conforme tabela acima.

Os critérios para a determinação das tolerâncias fundamentais foram fixados pela ABNT na NB-86.

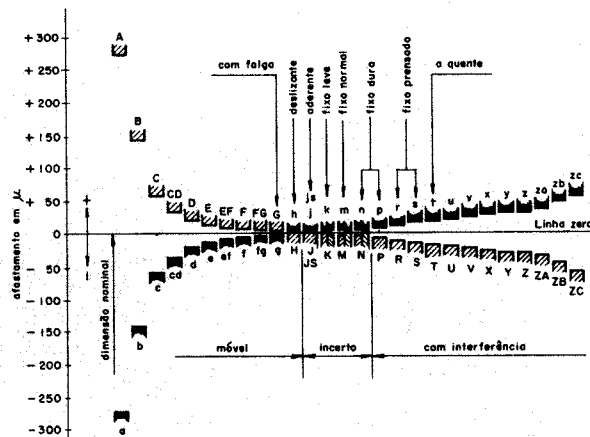
**Campos de tolerância:** a posição dos campos de tolerância em relação à linha zero, é designada por uma ou duas letras, as maiúsculas reservadas para os furos, as minúsculas para os eixos, a saber:

**Furos:** A-B-C-CD-D-E-EF-F-FG-G-H-J-Js-K-M-N-P-R-S-T-U-V-X-Y-Z-ZA-ZB-ZC

**Eixos:** a-b-c-cd-d-e-ef-f-fg-g-h-j-js-k-m-n-p-r-s-t-u-v-x-y-z-za-zb-zc

Exemplo das posições dos campos de tolerância, que são localizadas pelos afastamentos de referência, para furos e eixos do grupo de 6 a 10 mm.

Notar que acima da linha zero os afastamentos são positivos e abaixo, negativos.



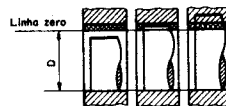
**Representação simbólica:** a indicação dos campos de tolerância deve ser feita por meio de símbolos. Cada símbolo é formado acrescentando à letra do campo, o número indicativo da qualidade. Ex.: H7, m6.

Quando são indicados simultaneamente os símbolos do furo e do eixo correspondente, deve figurar em primeiro lugar o símbolo do furo. A indicação deve ser feita por uma das seguintes maneiras: H7 m6 H7-m6 H7/m6

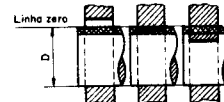
## SISTEMA DE AJUSTES

Os sistemas adotados são: furo base e eixo base.

No sistema furo base a linha zero, constitui o limite inferior da tolerância do furo.



No sistema eixo base essa linha constitui o limite superior da tolerância do eixo.



Assim, os furos H e os eixos h são os elementos básicos dos sistemas furo base e eixo base, respectivamente.

**Afastamento de referência:** os valores dos afastamentos de referência são determinados segundo as fórmulas e regras estabelecidas pela NB-86, cujos resultados estão na tabela abaixo.

Conhecida um dos afastamentos (o de referência) o outro é calculado pela adição ou subtração da tolerância, isto é:  
 $a_s - t = a_i$      $a_i + t = a_s$

A tabela abaixo fornece os valores dos afastamentos de referência para eixos de  $a$  até  $zc$ .

Para os afastamentos inferiores ( $A_i$ ) dos furos de A até H,  $A_i = a_s$  do eixo da mesma letra com sinal +.

Para os furos:  
N9 e qualidades menos finas:  $A_s = 0$

J a N até qualidade 8 inclusive e P a ZC até a qualidade 7 inclusive:

$A_s$  = afastamento inferior  $a_i$  do eixo da mesma letra e da qualidade imediatamente mais fina, aumentada da diferença entre as tolerâncias das duas qualidades, com o sinal trocado.

Esta última regra só se aplica às dimensões superiores a 3 mm.

## VALORES DOS AFASTAMENTOS DE REFERÊNCIA PARA EIXOS

GRUPO DE DIMENSÕES mm	a <sub>s</sub>											j <sub>s</sub>	a <sub>i</sub>																																			
	a	b	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h		j <sub>s</sub>	j <sub>5</sub>	j <sub>7</sub>	k <sub>5</sub>	k <sub>6</sub>	k <sub>7</sub>	k <sub>8</sub>	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	zo	zb	zc															
0 ≤ 1	—	—	—	60	34	20	14	10	6	4	2	0	—	2	4	—	5	0	—	0	+	2	+	4	+	6	+	10	+	14	—	+	18	—	+	20	—	+	26	+	32	+	40	+	60			
> 1 ≤ 3	—	270	140	—	70	46	—	30	20	14	10	6	4	0	—	2	4	—	1	0	+	4	+	8	+	12	+	15	+	19	—	+	23	—	+	28	—	+	35	+	42	+	50	+	80			
> 3 ≤ 6	—	—	—	70	46	—	30	20	14	10	6	4	0	—	2	4	—	1	0	+	4	+	8	+	12	+	15	+	19	+	23	—	+	28	—	+	34	—	+	42	+	52	+	67	+	97		
> 6 ≤ 10	—	280	150	80	56	—	40	25	18	13	8	5	0	—	3	6	—	1	0	+	6	+	10	+	15	+	19	+	23	—	+	28	—	+	34	—	+	42	+	52	+	67	+	97				
> 10 ≤ 14	—	—	—	80	56	—	40	25	18	13	8	5	0	—	3	6	—	1	0	+	6	+	10	+	15	+	19	+	23	—	+	28	—	+	34	—	+	42	+	52	+	67	+	97				
> 14 ≤ 18	—	280	150	95	—	50	32	—	16	—	6	0	—	3	6	—	1	0	+	7	+	12	+	18	+	23	+	28	—	+	33	—	+	39	+	45	—	+	60	+	77	+	108	+	150			
> 18 ≤ 24	—	—	—	95	—	50	32	—	16	—	6	0	—	3	6	—	1	0	+	7	+	12	+	18	+	23	+	28	—	+	33	—	+	39	+	45	—	+	60	+	77	+	108	+	150			
> 24 ≤ 30	—	300	160	110	—	65	40	—	20	—	7	0	—	4	8	—	2	0	+	8	+	15	+	22	+	28	+	35	—	+	41	+	47	+	54	+	63	+	73	+	98	+	136	+	188			
> 30 ≤ 40	—	—	—	110	—	65	40	—	20	—	7	0	—	4	8	—	2	0	+	8	+	15	+	22	+	28	+	35	—	+	41	+	47	+	54	+	63	+	73	+	98	+	136	+	188			
> 40 ≤ 50	—	320	180	130	—	80	50	—	25	—	9	0	—	5	10	—	2	0	+	9	+	17	+	26	+	34	+	43	—	+	48	+	60	+	68	+	80	+	94	+	112	+	148	+	200	+	274	
> 50 ≤ 65	—	—	—	130	—	80	50	—	25	—	9	0	—	5	10	—	2	0	+	9	+	17	+	26	+	34	+	43	—	+	48	+	60	+	68	+	80	+	94	+	112	+	148	+	200	+	274	
> 65 ≤ 80	—	360	200	150	—	100	60	—	30	—	10	0	—	7	12	—	2	0	+	11	+	20	+	32	+	41	+	53	+	66	+	87	+	102	+	122	+	144	+	176	+	226	+	300	+	405		
> 80 ≤ 100	—	—	—	150	—	100	60	—	30	—	10	0	—	7	12	—	2	0	+	11	+	20	+	32	+	41	+	53	+	66	+	87	+	102	+	122	+	144	+	176	+	226	+	300	+	405		
> 100 ≤ 120	—	—	—	150	—	100	60	—	30	—	10	0	—	7	12	—	2	0	+	11	+	20	+	32	+	41	+	53	+	66	+	87	+	102	+	122	+	144	+	176	+	226	+	300	+	405		
> 120 ≤ 140	—	460	260	200	—	120	72	—	36	—	12	0	—	9	15	—	3	0	+	13	+	23	+	37	+	43	+	59	+	75	+	102	+	120	+	146	+	174	+	210	+	274	+	360	+	480		
> 140 ≤ 160	—	—	—	200	—	120	72	—	36	—	12	0	—	9	15	—	3	0	+	13	+	23	+	37	+	43	+	59	+	75	+	102	+	120	+	146	+	174	+	210	+	274	+	360	+	480		
> 160 ≤ 180	—	580	310	230	—	145	85	—	43	—	14	0	—	11	18	—	3	0	+	15	+	27	+	43	+	63	+	92	+	122	+	170	+	202	+	248	+	300	+	365	+	470	+	620	+	800		
> 180 ≤ 200	—	—	—	230	—	145	85	—	43	—	14	0	—	11	18	—	3	0	+	15	+	27	+	43	+	63	+	92	+	122	+	170	+	202	+	248	+	300	+	365	+	470	+	620	+	800		
> 200 ≤ 225	—	—	—	230	—	145	85	—	43	—	14	0	—	11	18	—	3	0	+	15	+	27	+	43	+	63	+	92	+	122	+	170	+	202	+	248	+	300	+	365	+	470	+	620	+	800		
> 225 ≤ 250	—	820	420	280	—	170	100	—	50	—	15	0	—	13	21	—	4	0	+	17	+	31	+	50	+	65	+	100	+	134	+	180	+	228	+	280	+	340	+	415	+	535	+	700	+	900		
> 250 ≤ 280	—	—	—	280	—	170	100	—	50	—	15	0	—	13	21	—	4	0	+	17	+	31	+	50	+	65	+	100	+	134	+	180	+	228	+	280	+	340	+	415	+	535	+	700	+	900		
> 280 ≤ 315	—	1050	540	350	—	190	110	—	56	—	17	0	—	16	26	—	4	0	+	20	+	34	+	56	+	78	+	122	+	166	+	236	+	284	+	350	+	425	+	520	+	670	+	880	+	1150		
> 315 ≤ 355	—	—	—	350	—	190	110	—	56	—	17	0	—	16	26	—	4	0	+	20	+	34	+	56	+	78	+	122	+	166	+	236	+	284	+	350	+	425	+	520	+	670	+	880	+	1150		
> 355 ≤ 400	—	1350	680	460	—	210	125	—	62	—	18	0	—	18	28	—	4	0	+	21	+	37	+	62	+	108	+	150	+	268	+	390	+	475	+	590	+	730	+	900	+	1150	+	1500	+	2100		
> 400 ≤ 450	—	—	—	460	—	210	125	—	62	—	18	0	—	18	28	—	4	0	+	21	+	37	+	62	+	108	+	150	+	268	+	390	+	475	+	590	+	730	+	900	+	1150	+	1500	+	2100		
> 450 ≤ 500	—	1500	760	480	—	230	135	—	68	—	20	0	—	20	32	—	5	0	+	23	+	40	+	68	+	126	+	172	+	232	+	330	+	490	+	595	+	740	+	920	+	1100	+	1450	+	1850	+	2400
> 500 ≤ 560	—	—	—	480	—	230	135	—	68	—	20	0	—	20	32	—	5	0	+	23	+	40	+	68	+	126	+	172	+	232	+	330	+	490	+	595	+	740	+	920	+	1100	+	1450	+	1850	+	2400

### Exemplos de cálculo:

1 - Determinar os afastamentos do eixo g6, de  $\varnothing 40$  mm.

Afastamento superior do eixo:  $a_s = -9 \mu$

IT6 ( $\varnothing 40$  mm) =  $16 \mu$

Afastamento inferior do eixo:  $a_i = -9 - 16 = -25 \mu$

2 - Determinar os afastamentos do furo G7, de  $\varnothing 40$  mm.

Afastamento superior do eixo g:  $a_s = -9 \mu$

Afastamento inferior do furo G7:  $A_i = +9 \mu$

IT7 ( $\varnothing 40$  mm) =  $25 \mu$

Afastamento superior do furo G7:  $A_s = +9 + 25 = +34 \mu$

3 - Determinar os afastamentos do furo N6, de  $\varnothing 40$  mm.

Afastamento inferior do eixo n:  $a_i = +17 \mu$

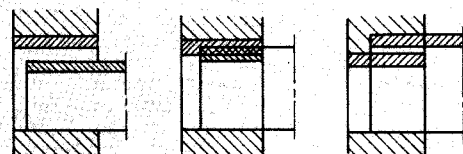
IT6 ( $\varnothing 40$  mm) =  $16 \mu$  IT5 ( $\varnothing 40$  mm) =  $11 \mu$

Afastamento superior do furo N6:  $A_s = -17 + (16 - 11) = -12 \mu$

Afastamento inferior do furo N6:  $A_i = -12 - 16 = -28 \mu$

### SISTEMA PRÁTICO

Na prática são usadas três classes de acoplamentos:



móveis

incertos

fixos

Quanto à facilidade de montagem:

Livre amplo

Livre justo

Fixo leve

Livre folgado

Deslizante

Fixo normal

Livre normal

Aderente

Fixo duro

Fixo prensado

Quanto ao grau de precisão:

IT6 extra-preciso

IT8 médio

IT7 preciso

IT11 grosseiro

Eixo h:

IT5 extra-preciso

IT8-9 médio

IT6-7 preciso

IT11 grosseiro

### EXEMPLOS: (Usando a tabela da página seguinte)

1 - Estudar os ajustes: F7/h6 e H7/h6 p/  $\varnothing 55$  mm.

Eixo h6:

Qualidade de trabalho: 6 - preciso

Posição da tolerância: h

Dimensão nominal: 55,000 mm

Afastamento superior: +0,000 mm

Afastamento inferior: -0,019 mm

Campo de tolerância: 0,000 - (-0,019) = 0,019 mm

Dimensão máxima: 55,000 + 0,000 = 55,000 mm

Dimensão mínima: 55,000 - 0,019 = 54,981 mm

Indicação:  $\varnothing 55$  h6 ou  $\varnothing 55$  +0,000  
-0,019

Furo F7:

Qualidade de trabalho: 7 - preciso

Posição da tolerância: F

Dimensão nominal: 55,000 mm

Afastamento superior: +0,060 mm

Afastamento inferior: +0,030 mm

Campo de tolerância: 0,060 - 0,030 = 0,030 mm

Dimensão máxima: 55,000 + 0,060 = 55,060 mm

Dimensão mínima: 55,000 + 0,030 = 55,030 mm

Indicação:  $\varnothing 55$  F7 ou  $\varnothing 55$  +0,060  
+0,030

Ajuste F7/h6: Livre normal  
Folga máxima: 55,060 - 54,981 = 0,079 mm  
Folga mínima: 55,030 - 55,000 = 0,030 mm

Furo H7:

Qualidade de trabalho: 7 - preciso

Posição da tolerância: H

Dimensão nominal: 55,000 mm

Afastamento superior: +0,030 mm

Afastamento inferior: +0,000 mm

Campo de tolerância: 0,030 - 0,000 = 0,030 mm

Dimensão máxima: 55,000 + 0,030 = 55,030 mm

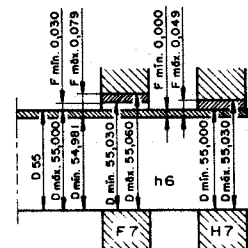
Dimensão mínima: 55,000 + 0,000 = 55,000 mm

Indicação:  $\varnothing 55$  H7 ou  $\varnothing 55$  +0,030  
+0,000

Ajuste H7/h6: Deslizante

Folga máxima: 55,030 - 54,981 = 0,049 mm

Folga mínima: 55,000 - 55,000 = 0,000 mm



2 - Estudar os ajustes: H7/j6 e H7/r6 para  $\varnothing 55$  mm.

Furo H7:

Qualidade de trabalho: 7 - preciso

Posição da tolerância: H

Dimensão nominal: 55,000 mm

Afastamento superior: +0,030 mm

Afastamento inferior: -0,000 mm

Campo de tolerância: 0,030 - 0,000 = 0,030 mm

Dimensão máxima: 55,000 + 0,030 = 55,030 mm

Dimensão mínima: 55,000 - 0,000 = 55,000 mm

Indicação:  $\varnothing 55$  H7 ou  $\varnothing 55$  +0,030  
-0,000

Eixo j6:

Qualidade de trabalho: 6 - preciso

Posição da tolerância: j

Dimensão nominal: 55,000 mm

Afastamento superior: +0,012 mm

Afastamento inferior: -0,007 mm

Campo de tolerância: 0,012 - (-0,007) = 0,019 mm

Dimensão máxima: 55,000 + 0,012 = 55,012 mm

Dimensão mínima: 55,000 - 0,007 = 54,993 mm

Indicação:  $\varnothing 55$  j6 ou  $\varnothing 55$  +0,012  
-0,007

Ajuste H7/j6:

Aderente

Folga máxima: 55,030 - 54,993 = 0,037 mm

Interferência máxima: 55,012 - 55,000 = 0,012 mm

Eixo r6:

Qualidade de trabalho: 6 - preciso

Posição da tolerância: r

Dimensão nominal: 55,000 mm

Afastamento superior: +0,060 mm

Afastamento inferior: +0,041 mm

Campo de tolerância: 0,060 - 0,041 = 0,019 mm

Dimensão máxima: 55,000 + 0,060 = 55,060 mm

Dimensão mínima: 55,000 + 0,041 = 55,041 mm

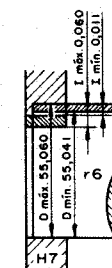
Indicação:  $\varnothing 55$  r6 ou  $\varnothing 55$  +0,060  
+0,041

Ajuste H7/r6:

Fixo prensado

Interferência máxima: 55,060 - 55,000 = 0,060 mm

Interferência mínima: 55,041 - 55,030 = 0,011 mm



# ACOPLAMENTOS RECOMENDADOS ISO

ISO = International Standardizing Organization

FURO BASE	EIXOS																FURO BASE
	ACOPLAMENTOS MOVEIS								ACOPLAMENTOS INCERTOS								
	ACOPLAMENTOS MOVEIS								ACOPLAMENTOS INCERTOS								
	H6	G5	H5	J5	K5	M5	N5	H7	G7	F7	M7	N7	H9	G9	F9	M9	
EXTRA PREÇO	DESLIZANTE	ADRENTE	FIXO LEVE	FIXO NORMAL	FIXO DURO	DESLIZANTE	ADRENTE	FIXO LEVE	FIXO NORMAL	FIXO DURO	DESLIZANTE	ADRENTE	FIXO LEVE	FIXO NORMAL	FIXO DURO	DESLIZANTE	ADRENTE
DIMENSOES EN mm	APART. MIN.	APART. MIN.	APART. MIN.	APART. MIN.	APART. MIN.	APART. MIN.	APART. MIN.	APART. MIN.	APART. MIN.	APART. MIN.	APART. MIN.	APART. MIN.	APART. MIN.	APART. MIN.	APART. MIN.	APART. MIN.	DIMENSOES EN mm
de 1 - 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	de 1 - 3
3 - 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3 - 6
6 - 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6 - 10
10 - 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10 - 18
18 - 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18 - 30
30 - 40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30 - 40
40 - 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40 - 50
50 - 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50 - 60
60 - 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60 - 80
80 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80 - 100
100 - 120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100 - 120
120 - 140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120 - 140
140 - 160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140 - 160
160 - 180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160 - 180
180 - 200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	180 - 200
200 - 225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200 - 225
225 - 250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	225 - 250
250 - 280	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250 - 280
280 - 315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	280 - 315
315 - 355	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	315 - 355
355 - 400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	355 - 400
400 - 450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	400 - 450
450 - 500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	450 - 500

EIXO BASE	FUROS																EIXO BASE
	ACOPLAMENTOS MOVEIS								ACOPLAMENTOS INCERTOS								
	ACOPLAMENTOS MOVEIS								ACOPLAMENTOS INCERTOS								
	H5	G6	H6	J6	K6	M6	N6	H7	G7	F7	M7	N7	H9	G9	F9	M9	
EXTRA PREÇO	DESLIZANTE	ADRENTE	FIXO LEVE	FIXO NORMAL	FIXO DURO	DESLIZANTE	ADRENTE	FIXO LEVE	FIXO NORMAL	FIXO DURO	DESLIZANTE	ADRENTE	FIXO LEVE	FIXO NORMAL	FIXO DURO	DESLIZANTE	ADRENTE
DIMENSOES EN mm	APART. MIN. H5	APART. MIN. G6	APART. MIN. H6	APART. MIN. J6	APART. MIN. K6	APART. MIN. M6	APART. MIN. N6	APART. MIN. H7	APART. MIN. G7	APART. MIN. F7	APART. MIN. M7	APART. MIN. N7	APART. MIN. H9	APART. MIN. G9	APART. MIN. F9	APART. MIN. M9	DIMENSOES EN mm
de 1 - 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	de 1 - 3
> 3 - 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 3 - 6
6 - 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6 - 10
> 10 - 18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 10 - 18
> 18 - 30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 18 - 30
> 30 - 40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 30 - 40
> 40 - 50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 40 - 50
> 50 - 60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 50 - 60
> 60 - 80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 60 - 80
> 80 - 100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 80 - 100
> 100 - 120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 100 - 120
> 120 - 140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 120 - 140
> 140 - 160	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 140 - 160
> 160 - 180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 160 - 180
> 180 - 200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 180 - 200
> 200 - 225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 200 - 225
> 225 - 250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 225 - 250
> 250 - 280	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 250 - 280
> 280 - 315	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 280 - 315
> 315 - 355	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 315 - 355
> 355 - 400	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 355 - 400
> 400 - 450	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 400 - 450
> 450 - 500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	> 450 - 500



# NÚMEROS NORMALIZADOS

Os números normalizados deverão ser utilizados para : dimensões, áreas, volumes, velocidades, rotações, potências, pressões, etc. (Ver NB-71 e NB-72)

mantissa	valor exato	SÉRIES FUNDAMENTAIS				valores aprox. p/ séries R20, R10, R5	valores próximos
		R40	R20	R10	R5		
000	1,0000	1,00	1,00	1,00	1,00		
025	1,0593	1,06					
050	1,1220	1,12	1,12			1,1 11 110	
075	1,1885	1,18					
100	1,2589	1,25	1,25	1,25		1,2 12	$\sqrt{2}$
125	1,3335	1,32					
150	1,4125	1,40	1,40				$\sqrt{2}$
175	1,4962	1,50					
200	1,5849	1,60	1,60	1,60	1,60		
225	1,6788	1,70					
250	1,7783	1,80	1,80				
275	1,8836	1,90					
300	1,9953	2,00	2,00	2,00			
325	2,1135	2,12					
350	2,2387	2,24	2,24			2,2 22 220	
375	2,3714	2,36					
400	2,5119	2,50	2,50	2,50	2,50		
425	2,6607	2,65					
450	2,8184	2,80	2,80				
475	2,9854	3,00					
500	3,1623	3,15	3,15	3,15		3 32	$\pi$
525	3,3497	3,35					
550	3,5481	3,55	3,55			3,5 36	
575	3,7584	3,75					
600	3,9811	4,00	4,00	4,00	4,00		
625	4,2170	4,25					
650	4,4668	4,50	4,50				
675	4,7315	4,75					
700	5,0119	5,00	5,00	5,00			
725	5,3088	5,30					
750	5,6234	5,60	5,60			5,5	
775	5,9566	6,00					
800	6,3096	6,30	6,30	6,30	6,30	6	$2\pi$
825	6,6834	6,70					
850	7,0795	7,10	7,10			7 70	
875	7,4989	7,50					
900	7,9433	8,00	8,00	8,00			$\pi/4$
925	8,4140	8,50					
950	8,9125	9,00	9,00				
975	9,4406	9,50					
000	10,0000	10,00	10,00	10,00	10,00		$9\pi^2$

## OBSERVAÇÕES:

- Os números normais são os valores arredondados de 4 séries geométricas de razões  $\sqrt[3]{10}$ ,  $\sqrt[5]{10}$ ,  $\sqrt[10]{10}$ ,  $\sqrt[20]{10}$ . (Séries de Charles Renard)
- Os números normais maiores que 10 são obtidos multiplicando os compreendidos entre 1 e 10 por 10, 100, etc.
- Os números normais menores que 10 são obtidos dividindo os compreendidos entre 1 e 10 por 10, 100, etc
- Ordem de preferência decrescente : R5, R10, R20 e R40.
- O emprego dos números normalizados simplifica muito os cálculos, se forem efetuados por meio de logaritmos, pois, as mantissas são números definidos e simples.

- Exemplo:

determinação da velocidade periférica de uma polia de 200 mm de diâmetro que gira a 800 rpm

$$v = \frac{d \pi n}{1000} \quad \left\{ \begin{array}{ll} d = 200 \text{ mm} & \longrightarrow \lg d = 2,3 \\ \pi = 3,14 \approx 3,16 & \longrightarrow \lg \pi \approx 0,5 \\ n = 800 \text{ rpm} & \longrightarrow \lg n = 2,9 \end{array} \right.$$

$\lg 1000 = 3$

$$\lg v = \lg d + \lg \pi + \lg n - \lg 1000 = 2,3 + 0,5 + 2,9 - 3 = 2,7 \quad \therefore$$

$$v = 500 \text{ m/min}$$

# PERT-CPM E CRONOGRAMA

## PERT - CPM

É uma técnica de planejamento em que todas as tarefas componentes (atividades) de uma realização pretendida são idealizadas em cadeia, formando uma rede (rede PERT - CPM).

### Exemplo (construção civil)

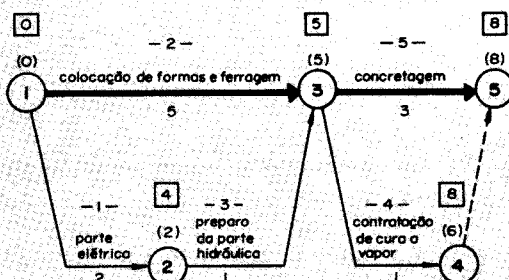


fig. 1

A rede acima é composta de 6 atividades. Cada atividade se caracteriza por:

- a - Nome da atividade: ex.: parte elétrica
- b - Duração (sob a seta): ex.: 2 dias (se a unidade for dia).
- c - Evento inicial (instante inicial): ex.: 2 da atividade "parte hidráulica".
- d - Evento final (instante final): ex.: 2 da atividade "parte elétrica"

Os eventos (instantes iniciais (I) ou finais (J) das atividades) são caracterizados por círculos contendo números que servem apenas como referência. Assim, a atividade "concretagem", unindo dois eventos de números 3 e 5, pode ser também conhecida como atividade "3-5".

Enquanto se realiza a "concretagem" (3-5), é realizada simultaneamente (portanto em paralelo), a atividade "contratação de cura a vapor" que deveria ter, ao menos teoricamente, a mesma designação "3-5". A fim de não haver confusão entre estas duas atividades "3-5", principalmente no computador, divide-se uma delas, por ex. "contratação de cura a vapor" em soma de duas atividades: "3-4" e "4-5".

A atividade "3-4" é a "contratação de cura a vapor" entre os eventos "3 e 4".

A atividade "4-5" é chamada "fantasma" e se caracteriza por não consumir tempo nem recursos. Portanto, a atividade "4-5" tem tempo nulo e é utilizada apenas para exprimir a idéia de que o evento coincide com o evento 5, tendo sido criada apenas como artifício.

As atividades assim dispostas constituem a chamada rede PERT-CPM. Esta se inicia no evento 1 e no instante 0 (zero). A tarefa "parte elétrica", de duração 2 dias, chegará a seu término (evento 2) no instante 2, resultante de  $0 + 2$ .

A atividade "preparo parte hidráulica" chegaria a seu término, (evento 3) no instante 3, resultante das durações acumuladas  $2 + 1$ . Entretanto, por outro caminho, percorrendo a atividade "colocação de formas e ferragem" se chegaria ao mesmo evento 3, no instante 5, resultante das durações acumuladas  $0 + 5$ . No PERT, escolhe-se o caminho mais longo, a fim de levar em consideração a hipótese pior, pois todos os outros prazos que chegam a este evento, são menores do que o escolhido. O caminho composto por estas atividades (as mais longas) é chamado CAMINHO CRÍTICO e poderá ser marcado com traço mais grosso.

É por esta razão que este método recebeu o nome CPM, isto é, "Critical Path Method" ou seja, Método do Percurso Crítico ou do Caminho Crítico.

A expressão PERT (Program Evaluation and Review Technique) significa Técnica de Avaliação e Controle de Programas e constitui uma técnica semelhante ao CPM, aplicado porém a durações aleatórias.

Dada a grande semelhança entre os dois métodos, ficaram eles conhecidos como PERT-CPM.

A determinação do caminho crítico é feita com especial cuidado, pois se ele já é o caminho mais longo, nada deve acontecer para alongá-lo ainda mais.

As atividades não pertencentes ao caminho crítico possuem, portanto, folgas.

Assim, por ex. (fig. 1) a atividade "preparo da parte hidráulica" ou:

- a)- começam no instante 2 — realiza sua atividade com a duração de 1 dia, terminando no instante 3 com uma folga de  $5 - 3 = 2$

dias, ou

- b)- fica em folga do instante 2 até o instante 4 e após isto realiza sua atividade de 1 dia, terminando no instante 5, em conjunto com "colocação de formas e ferragem".

Sobre as atividades críticas o cuidado é rigoroso; sobre as atividades não críticas o cuidado é relativo, para não permitir sua transformação em atividade crítica, ao consumir inutilmente as folgas.

Um planejamento deste tipo permite uma análise mais detalhada de um empreendimento, por subdividi-lo em atividades interdependentes.

Uma rede PERT-CPM pode ser apresentada em diagrama de barras tipo cronograma PERT-CPM, no qual são vistas, com facilidade, as folgas. Apresentamos o tipo "integrado", onde além das folgas são vistas as dependências.

I - J	NÚMERO E NOME DA ATIVIDADE		1	2	3	4	5	6	7	8
1-2	1 - parte elétrica	2			(1)					
1-3	2 - colocação de formas e ferragens	5						(2)		
2-3	3 - preparo da parte hidráulica	1			(1)			(3)		
3-4	4 - contratação de cura a vapor	1						(2+3)	(4)	
3-5	5 - concretagem	3						(2+3)		
4-5	6 - fantasma	0						(4)		

Em cada evento podem sempre ser apreciadas 2 datas ou 2 prazos:

- a - um deles é chamado CEDO e constitui a primeira oportunidade de se chegar a este evento. Assim, no evento final da

atividade "parte elétrica" temos um CEDO = 2 dias, expresso entre parêntesis, e que poderia, por exemplo, ser representado pela data 5/5/71;

- b - o segundo é chamado TARDE e constitui a última oportunidade de se chegar a este evento. Assim, no evento final da atividade "parte elétrica" temos um TARDE = 4 dias, expresso dentro de um retângulo, e que poderia, por exemplo, ser representado pela data 7/5/71.

Estes cálculos podem ser feitos por computadores, os quais nos fornecem relatórios com todos os dados e datas de interesse da rede.

Na fase do controle realizado periodicamente, devem ser verificados os cumprimentos dos prazos até o instante focalizado.

Assim, na rede em questão, examinemos o estado da obra no evento 3. Se houver atraso, há necessidade de tomar-se providências que permitam recuperar o atraso, como por exemplo:

- a - Diminuir o prazo da atividade posterior "concretagem", trabalhando mais tempo por dia, inclusive aos sábados e domingos, resultando um custo maior, o que, entretanto, pode ser compensador, visto poder evitar aplicação de penalidades ou multas. Para este fim existe a técnica chamada PERT - CUSTO que objetiva minimizar qualquer aumento necessário de custo, motivado por diminuição de prazo.

- b - Replanejar a rede, se possível, com o objetivo de recuperar o atraso.

- c - Sujeitar-se às penalidades pelo não cumprimento dos prazos intermediários, as quais possam ser anuladas por um enquadramento posterior.

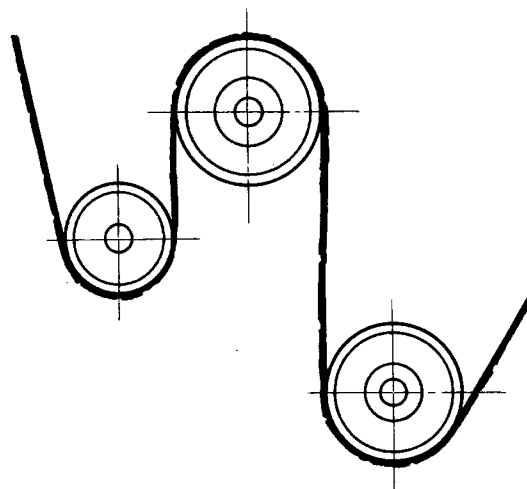
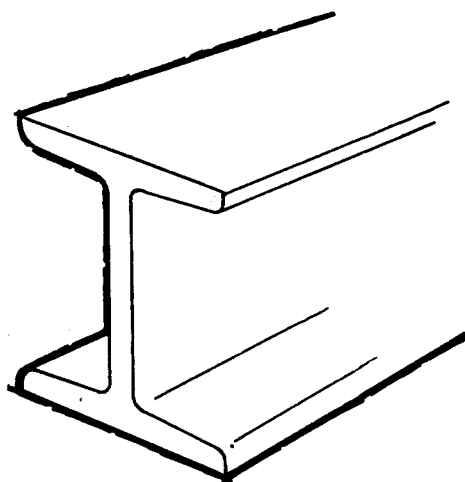
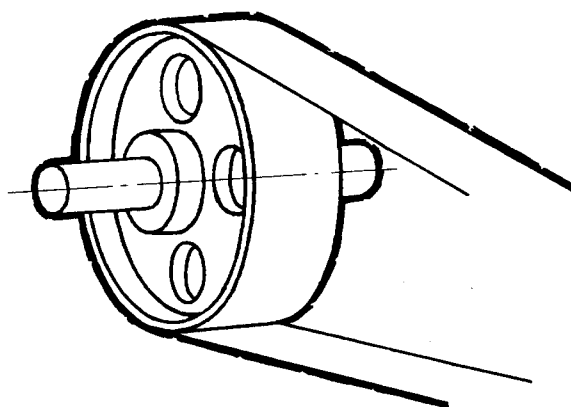
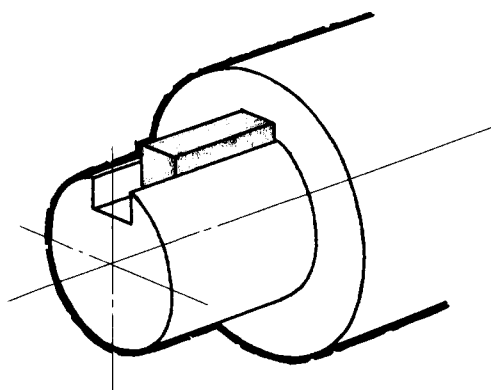
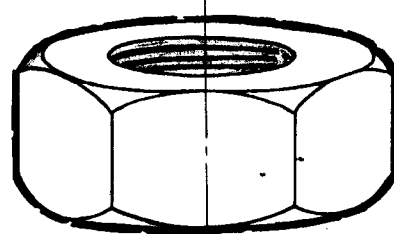
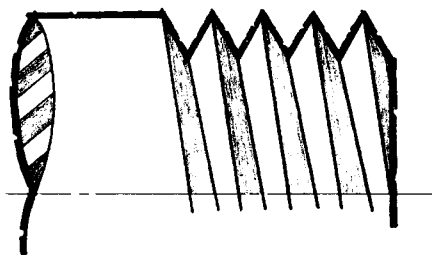
O exame de um Planejamento no qual são observados todos os componentes (atividades) com suas interdependências, torna mais fácil a apreciação do prazo de uma obra e os instantes de conclusão de cada etapa de serviço.

Num Planejamento PERT-CPM poderemos ter atividades com durações aleatórias, por dependerem de condições futuras e incertas (PERT propriamente dito); análise de custos com aceleração de tempos; análise de recursos humanos em confronto com as durações; folgas específicas e outros elementos, verificados conforme o caso em questão.

## EXEMPLO DE CRONOGRAMA

### PRAZO DE 6 MESES

% do valor contrato	ETAPAS		1	2	3	4	5	6
0.30	1.	Serviços preliminares	0.30					
0.90	2.	Movimento de terra	0.90					
10.20	3.	Sondagens e fundações	6.80	3.40				
19.40	4.	Concreto armado		15.52	3.88			
8.90	5.	Alvenaria de elevação		2.98	5.92			
4.40	6.	Instalações elétricas		0.70	1.40			
0.60	18.	Limpeza						0.60
—	19.	Equipamentos e outras instalações						
100.00 %	% do valor contrato	Mensal	8.00	22.60	13.80	21.40	23.60	10.60
		Acumulada	8.00	30.60	44.40	65.80	89.40	100.00



# 4 elementos de máquinas

normas

roscas, parafusos e porcas

pinos e chavetas

fios, barras e chapas

perfis estruturais

cabos de aço e correntes

correias

catracas, freios e fricções

engrenagens

redutores

rolamentos

engraxadeiras

molas

# NORMAS DA ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS)

## AÇOS

Aços para forjamento .....	P-EB-215
Aços para molas ferroviárias .....	EB-133
Bitolas de aço para molas de veículos ferroviários .....	PB-2
Bordas cortantes de aço plainadoras .....	EB-145
Cantoneiras de abas iguais de aço laminadas a quente .....	P-PB-128
Cantoneiras de abas desiguais de aço laminadas a quente .....	P-PB-129
Classificação dos aços-liga .....	NB-82
Dosagem de níquel em aços especiais ..	P-MB-194
Dosagem de cromo em aços especiais ..	P-MB-195
Dureza Rockwell para aço, escalas B e C .....	MB-358
Dureza Vickers para aço .....	MB-359
Ensaio de embutimento Erichsen modificado para produtos planos fino de aço .....	MB-362
Tiras de aço para embalagem .....	P-EB-364
Blocos, tarugos, placas, platinas de aço ao carbono para laminar produtos de uso estrutural .....	P-EB-163
Luvas de aço-carbono com rosca ANSI (ASA) .....	EB-379
Luvas de aço-carbono com rosca PB-14 ..	EB-275
Produtos laminados planos de aço-carbono ..	TB-20
Peças de aço fundido .....	EB-125
<b>ACÚSTICO</b>	
Tratamento acústico .....	NB-101
<b>AJUSTES</b>	
Dicionário multilíngue de termos técnicos e tolerâncias, ajustes e calibradores .....	TB-30
Seleção de campos de tolerâncias para ajustes preferenciais .....	NB-185
Sistema de tolerância e ajustes .....	NB-86
Terminologia de tolerâncias e ajustes ..	P-TB-35
<b>ALTA TENSÃO</b>	
Ensaio de alta tensão .....	P-MB-433
Execução de instalações elétricas de alta tensão (de 0,6 a 15 kV) .....	NB-79
<b>ALUMÍNIO</b>	
Alumínio e ligas de alumínio .....	TB-57

## AMIANTO

Emprego de tecidos e fitas de amianto tratados .....	P-NB-148
Emprego de têxteis de amianto .....	P-NB-138
Fios de amianto .....	EB-162
Fitas de amianto para fins industriais ..	P-EB-207
Fitas de amianto tratadas (fitas patentes) (materiais para juntas) .....	P-EB-227
Número de retorções de fio de amianto - determinação .....	MB-324
Papelão amianto .....	P-EB-227
Resistência à tração de fios de amianto ..	MB-323
Resistência à tração de fitas de amianto ..	P-MB-368
Resistência à tração de tecidos de amianto .....	P-MB-388
Teor de amianto em fios de amianto .....	MB-322
Teor de amianto em fitas .....	P-MB-367
Tecidos de amianto para fins industriais .....	P-EB-218
Tecidos de amianto tratados .....	P-EB-223
Título de fio de amianto - determinação ..	MB-321
<b>ANEIS</b>	
Anéis de vedação de borracha (o-rings) de alta precisão dimensional .....	P-EB-258
Dimensões de anéis de vedação de borracha (o-rings) de alta precisão .....	P-PB-88
Emprego de anéis de vedação de borracha (o-rings) de alta precisão dimensional ..	P-NB-173
Ensaio de dureza de anéis de borracha para juntas de tubos de pressão de cimento-amianto .....	MB-251
<b>AR</b>	
Aparelhos domésticos para condicionamento de ar .....	P-MB-186
Instalações de condicionamento de ar .....	NB-10
Segurança de instalações de ar comprimido .....	P-NB-222
Terminologia usada em condicionamento de ar .....	TB-1
Tubos de cobre, sem costura, para refrigeração e ar condicionado .....	P-EB-273

## ARAMES

Arames e arames planos de ligas cobre-estanho (bronze-fosforoso) ..	P-EB-320
Arames e arames planos de ligas cobre-níquel-zinco .....	P-EB-319
Arames e arames planos de ligas cobre-zinco (latões) .....	P-EB-377
Arame farpado de aço zincado especificação .....	P-EB-235
Arame farpado de aço zincado padronização .....	P-PB-59
Requisitos gerais para arames e arames planos de ligas de cobre .....	P-EB-380

## ARQUITETURA

Execução de desenho de arquitetura ....	P-NB-43
---	---------

## ARREDONDAMENTO

Conversão, com arredondamento, de polegadas em milímetros, de dimensões com tolerâncias .....	NB-91
Regras de arredondamento na numeração decimal .....	NB-87

## ARRUELAS

Arruelas de borracha para vedação de flanges de tubos de ferro fundido .....	P-PB-80
Arruelas para estruturas metálicas ....	P-PB-43

## BARRAS

Barras e fios de aço destinados a armaduras de concreto armado .....	EB-3
Barras, fios, cordões e cordas de aço destinados a armadura de protensão ...	P-EB-233
Barras de aço trelladas, descascadas e retificadas .....	P-EB-551
Barras e perfis de cobre e suas ligas para forjar .....	P-EB-575
Barras e perfis de cobre para usos gerais .....	P-EB-272
Barras e perfis de ligas cobre-estanho (bronze) .....	P-EB-348
Barras e perfis de ligas cobre-zinco com chumbo (latões de corte fácil) .....	P-EB-354
Barras e perfis de ligas especiais de cobre-zinco com estanho .....	P-EB-355
Barras laminadas quadradas de aço ...	P-PB-62

## Barras laminadas sextavadas de aço ... P-PB-61

Requisitos gerais para produtos extrudados e estirados de cobre e ligas de cobre, em forma de barras e perfis .....	P-EB-367
---	----------

## BOMBAS

Bombas hidráulicas de fluxo .....	P-TB-65
-----------------------------------	---------

## BAIXA TENSÃO

Execução de instalações elétricas de baixa tensão .....	NB-3
---	------

## BUJÕES

Bujões fusíveis destinados à proteção de recipientes para gases liquefeitos de petróleo .....	MB-206
Bujões fusíveis destinados à proteção de recipientes transportáveis para gases liquefeitos de petróleo .....	EB-105

## CABOS

Cabos condutores de alumínio isolados com polietileno na forma de trançados .....	P-EB-359
Cabos de alumínio (CA) e cabos de alumínio com alma de aço (CAA) para fins elétricos ....	EB-293
Cabos de alumínio-liga (CAL) e cabos de alumínio-liga com alma de aço (CALA), nus, para fins elétricos .....	EB-371
Cabos nus de cobre .....	EB-12
Fios e cabos condutores de alumínio, cobertos com polietileno, à prova de tempo, para temperatura até 75°C .....	P-EB-360
Fios de aço zincado para alma de cabos de alumínio - especificação .....	P-EB-292
Fios de aço zincado para alma de cabos de alumínio - método de ensaio .....	P-MB-483

## CALDEIRAS

Código para construção de caldeiras ...	P-NB-227
Inspeção de caldeiras a vapor .....	NB-55

## CALIBRADORES

Calibradores - características construtivas - tolerâncias .....	NB-172
Calibradores de rosca para rosca métrica ISO .....	P-NB-183
Calibradores para rosca Withworth ....	P-NB-202

## CANALIZAÇÕES

Cores fundamentais para canalizações industriais ..... NB-54

## CHAMINÉS

Cálculo e execução de chaminés industriais em alvenaria e em concreto armado ..... NB-53  
Chaminés para tiragem dos gases de combustão de aquecedores a gás ..... P-NB-211

## CHAPAS

Chapas e bobinas de aço para tubos de média e alta pressão ..... P-EB-248  
Chapas e tiras de ligas cobre-estanho (bronzes) ..... P-EB-322  
Chapas de aço-carbono para fabricação de recipientes transportáveis para GLP ..... P-EB-253  
Chapas estruturais de cimento amianto.. P-EB-305  
Chapas finas de aço-carbono - espessura e tolerâncias ..... PB-34  
Chapas finas de aço-carbono para esmaltação vítrea ..... P-EB-294  
Chapas finas de aço-carbono para estampagem ..... P-EB-295  
Chapas finas de aço-carbono para usos estruturais ..... P-EB-276  
Chapas finas de aço-carbono zincadas por imersão ..... EB-167  
Chapas finas de aço de baixa liga e alta resistência ..... P-EB-325  
Chapas finas de aço estanhadas (folhas de flandres) ..... P-EB-225  
Chapas grossas de aço-carbono - especificação ..... EB-169  
Chapas grossas de aço-carbono - espessura e tolerâncias ..... PB-35  
Chapas grossas de aço-carbono para caldeiras e outros vasos de pressão ..... P-EB-256  
Chapas grossas de aço-carbono de baixa e média resistência para usos estruturais ..... P-EB-255  
Chapas grossas de aço-carbono para vasos de pressão para trabalhos a baixas temperaturas ..... P-EB-280  
Chapas grossas de aço de baixa liga e alta resistência ..... P-EB-326

Chapas grossas de aço normalizado para vasos de pressão - resistência ao impacto ..... P-EB-328

Chapas para condensadores e trocadores de calor em ligas cobre-zinco, cobre-alumínio e cobre-níquel ..... P-EB-321  
Classificação de chapas grossas por ultra-sons ..... P-MB-731  
Ensaio de resistência à flexão de chapas estruturais de cimento amianto ..... P-MB-495

## CHAVES

Abertura de chaves de boca fixa e de ancaixe ..... PB-112  
Chaves de abertura ajustável ..... P-PB-146  
Chaves de parafusos ..... P-PB-159

## CHAVETAS

Chavetas inclinadas com ou sem cabeça e as canaletas correspondentes ..... PB-121  
Chavetas paralelas retangulares ou quadradas e as canaletas correspondentes ..... P-PB-122

## COBRE

Cátodos de cobre eletrolítico ..... P-EB-347  
Chapas e tiras de cobre e ligas de cobre com outros elementos em pequenas porcentagens .. P-EB-353  
Cobre eletrolítico - lingotes ..... P-EB-356  
Cobre recosido para uso elétrico ..... P-PB-78  
Cobre refinado a fogo para produtos dúcteis e ligas ..... P-EB-346  
Pré-ligas de cobre ..... P-EB-351  
Produtos de cobre e suas ligas de cobre - terminologia e classificação ..... TB-50  
Produtos de cobre e ligas de cobre em chapas e tiras - requisitos gerais ..... P-EB-345  
Têmpera do cobre e suas ligas - classificação e designação ..... P-CB-2

## CONCRETO

Obras de concreto armado cálculo e execução ..... NB-1  
Obras de concreto protendido cálculo e execução ..... NB-116

## CONES

Série de ângulos de cones e de concidades ..... P-PB-120

## CONEXÕES

Conexões (cabecotes e curvas de retorno) para fornos ..... P-EB-350  
Conexões de aço forjado de encaixe para solda e com rosca ..... P-PB-158  
Conexões de aço para solda de topo .... P-PB-157  
Conexões de ferro maleável - classe 10 ... PB-110  
Conexões de ferro maleável - classe 20. P-PB-156  
Conexões para tubos de ferro fundido centrifugado ..... PB-15  
Conexões para unir tubos de cobre por solda capilar ..... P-EB-366

## CONSTRUÇÃO NAVAL

Peças de ferro fundido nodular para construção naval - emprego - ..... P-NB-242

## CONSTRUÇÕES

Coordenação modular de construção ..... NB-25  
Discriminação de serviços técnicos para construção de edifícios ..... P-NB-144

## CONTRATOS

Reajustamento de preços nos contratos de empreitada de obras e serviços ..... NB-75

## CONVERSÃO

Conversão de polegada para milímetro .... NB-59  
Conversão de viscosidade cinemática para viscosidade Saybolt universal ..... P-NB-105

## COR

Cor de produtos de petróleo cromômetro Saybolt ..... MB-187  
Cor na segurança do trabalho ..... NB-76  
Cores fundamentais para canalizações industriais ..... NB-54  
Cores para fundição ..... NB-26  
Código de cores para resistores fixos .. P-NB-163  
Definição de cores ..... P-TB-32  
Identificação de cores de tubulações em usinas de açúcar e destilaria de álcool ..... P-NB-35  
Solidex de cor à fricção ..... P-MB-576  
Solidex de cor ao suor ..... P-MB-475

## CORDÃO

Cordão de amianto não tratado ..... P-EB-220  
Cordão de amianto não tratado (material para juntas) - emprego ..... P-NB-146  
Cordão de fibra vegetal não tratado .... P-EB-222  
Cordão de fibra vegetal não tratado (material para juntas) ..... P-NB-145

## COROA

Paras de coroa e sem fim ..... P-TB-65

## CORREIAS

Comprimento de correias trapezoidais de seção Y ..... P-PB-132  
Comprimento de correias V ..... P-PB-133  
Correias chatas de transmissão ..... P-PB-31  
Verificação da seção das correias V..... MB-302

## CORRENTES

Correntes de rolos de aço tipo S 32 até S 88 com as suas respectivas rodas dentadas ..... P-EB-385  
Correntes de transmissão de pressão de precisão de rolos com passo curto e rodas dentadas correspondentes ..... P-EB-384

## CORTIÇA

Cortiça ..... TB-79

## COSSINETE REDONDO

Cossinete redondo - rosca métrica .... P-PB-148  
Desandador para cossinete redondo .... P-PB-149  
DATAS

Norma para datar ..... P-NB-113

## DENSÍMETROS

Densímetros ..... P-EB-151

## DESENHO

Desenho e corte de engrenagens cilíndricas NB-17  
Desenho de eletrônica ..... NB-42  
Desenhos para obras de concreto simples ou armado ..... NB-16  
Desenhos técnicos de máquinas e estruturas metálicas ..... NB-13  
Norma geral de desenho técnico ..... NB-8



## DIMENSÕES

Dimensões normalizadas ..... NB-72

## DISCOS

Discos para arados de grades agrícolas. P-PB-124

## DOBRAMENTO

Dobramento de materiais metálicos ..... MB-5

Dobramento para tubos de aço de seção circular ..... MB-363

## DUREZA

Dureza Brinell para metais ..... MB-60

Dureza Rockwell para aço, escala B e C .. MB-358

Dureza Vickers para aço ..... MB-359

## EIXOS

Eixos cilíndricos de aço para transmissão... PB-9

Eixos de aço-carbono não tratados termicamente para veículos ferroviários ..... EB-143

Eixos de aço-carbono para vagões e carros ferroviários ..... PB-27

Eixos de aço-carbono tratados termicamente para veículos ferroviários ..... EB-159

Eixos e cubos cilíndricos ranhurados de flancos retos ..... P-PB-152

Engastamento de eixos de bombas e agitadores ..... P-NB-196

Límites de variação da distância entre eixos e polias de transmissão ..... P-PB-28

Pontas de eixo cilíndricas e cônicas de conicidade 1:10 ..... PB-123

## ELETRICIDADE

Termos fundamentais de eletricidade ..... TB-19

## ELETRÔNICA

Vocabulário de eletrotécnica e eletrônica .. TB-15

## ENGRENAGENS

Cremalheira de referência das engrenagens cilíndricas ..... PB-89

Definições gerais de engrenagens ..... P-TB-59

Encomenda de engrenagens cilíndricas .. P-EB-290

Engrenagens cilíndricas - terminologia .. P-TB-81

Módulos de engrenagens cilíndricas ..... PB-90

Módulos de engrenagens cônicas ..... PB-91

Símbolos de engrenagens ..... P-SB-21

## ESTANHO

Análise química de estanho metálico... P-MB-420

Estanho - especificação ..... P-EB-173

## ESTRUTURAS

Cálculo de estruturas de aço constituídas por perfis leves ..... P-NB-143

Cargas para o cálculo de estruturas de edifícios ..... NB-5

Estruturas de aço - cálculo e execução .... NB-14

Estruturas de aço soldadas - cálculo e execução ..... P-NB-117

Estrutura de madeira - cálculo e execução ..... NB-11

## FERRO

Flanges de ferro maleável, com rosca .... PB-16

Peças de ferro fundido cinzento ..... EB-126

Peças de ferro fundido cinzento para construção naval ..... P-EB-393

Peças de ferro fundido maleável para construção naval ..... P-EB-395

Peças de ferro fundido maleável de núcleo branco ..... P-EB-127

Peças de ferro fundido nodular de núcleo preto ..... P-EB-128

Peças de ferro fundido nodular para construção naval ..... P-EB-394

Peças de ferro fundido nodular para construção naval - emprego ..... P-NB-242

Rodas de ferro fundido coquilhado ..... EB-13

Solidez de cor ao ferro quente ..... P-MB-486

## FERRO GUSA

Amostragem e preparação de amostras de ferro gusa ..... P-MB-573

Análise química de ferro gusa ..... MB-171

Ferro gusa - especificação ..... EB-84

## FORJADOS

Tolerâncias de forjados em matriz ..... PB-39

## FOLHAS DE FLANDRES

Dimensões, pesos e tolerâncias de folhas de flandres ..... PB-52

## GASES LIQUEFEITOS DE PETRÓLEO (GLP)

Dispositivos de segurança destinados à proteção de recipientes para GLP ..... P-NB-68

Inspecção visual periódica de recipientes para GLP ..... P-NB-70

Instalações para utilização de GLP ..... NB-107

Pressão de vapor do GLP - determinação P-MB-205

Recipientes para GLP ..... P-NB-64

Reguladores de pressão para GLP .... P-EB-110

## HIDROLOGIA

Símbolos de hidrologia ..... P-TB-31

Terminologia ..... TB-29

Hidrômetros para água fria ..... P-EB-147

## ILUMINAÇÃO

Aparelhos de iluminação para interiores .. EB-142

Vocabulário de termos para iluminação .. P-TB-23

## ILUMINAMENTO

Níveis de iluminação de interiores .... NB-57

Níveis de iluminação em navios mercantes ..... P-NB-151

Verificação do nível de iluminação de interiores ..... MB-207

## JUNTAS

Juntas não metálicas em flanges de tubos - seleção, dimensionamento e montagem ..... P-NB-188

Juntas semi-metálicas encamisadas corrugadas - emprego ..... P-NB-191

Juntas semi-metálicas encamisadas corrugadas - especificação ..... P-EB-307

Juntas semi-metálicas espiraladas para caldeiras - ensaio de envelhecimento acelerado em ozônio de elastômeros vulcanizados - determinação do desempenho ..... P-MB-447

Juntas semi-metálicas espiraladas para caldeiras - emprego ..... P-NB-159

Juntas semi-metálicas espiraladas para caldeiras - especificação ..... P-EB-241

Juntas semi-metálicas espiraladas para flanges de tubos - emprego ..... P-NB-155

Juntas semi-metálicas espiraladas para flanges de tubos - especificação ..... P-EB-234

Juntas soldadas em aço ensaio de dobramento ..... P-MB-371

Terminologia e classificação de juntas e materiais para juntas (material de vedação) ..... P-TB-60

## LIGAS

Chapas e tiras de ligas cobre-zinco e cobre-zinco-chumbo ..... P-EB-352

Ligas de cobre fundidas em areia - emprego ..... NB-96

Ligas de cobre fundidas em areia - especificação ..... EB-161

Ligas de cobre fundidas em areia - método de ensaio ..... MB-272

Amostragem e preparação de amostras de ferro-ligas e outras adições metálicas ..... P-MB-463

Codificação de ferro-ligas e outras adições metálicas ..... P-NB-168

Terminologia de tratamentos térmicos das ligas de ferro-carbono ..... P-TB-58

Análise química de ligas ferro-cromo de baixo teor de carbono ..... P-MB-443

Determinação do cromo em ligas ferro-cromo - método persulfato de amônio ..... P-MB-444

Ferro-fósforo - especificação ..... P-EB-265

Análise química de ligas ferro-manganês ..... P-MB-441

Ferro-manganês - especificação ..... P-EB-259

Análise química de ligas ferro-molibdênio - método do gás sulfídrico ..... P-MB-440

Determinação do molibdênio em ligas ferro-molibdênio - método do acetato de chumbo ..... P-MB-439

Ferro-molibdênio - especificação ..... P-EB-262

Ferro-níquel - especificação ..... P-EB-263

Determinação do silício em ligas ferro-silício - método volumétrico ..... P-MB-442

Ferro-silício - especificação ..... P-EB-260

Ferro-silício-cálcio e ferro-cálcio-manganês - especificação ..... P-EB-264

Ferro-silício-manganês - especificação. P-EB-261

Ferro-spiegel - especificação ..... P-EB-267

Análise química de ligas ferro-titânio. P-MB-438

## LUVAS

Estanqueidade em luvas de aço ou ferro maleável .....	P-MB-315
Luvas de borracha para eletricitistas - especificação .....	EB-237
Luvas de borracha para eletricitistas - método de ensaio .....	MB-426
Luvas de segurança - emprego .....	NB-122
Luvas de segurança - especificação .....	EB-192

## MADEIRA

Chapas de fibra de madeira prensada ..	P-NB-139
Ensaio físicos e mecânicos de madeiras ..	MB-26
Madeira serrada e beneficiada .....	PB-5
Soalhos de tacos de madeira - execução ....	NB-9
Tacos de madeira para soalhos .....	EB-14
Terminologia das madeiras brasileiras ..	P-TB-12

## MANGUEIRAS

Mangueiras flexíveis para freios hidráulicos .....	EB-197
Mangueiras para vapor .....	P-EB-327
Terminologia .....	P-TB-69

## MAQUINAS

Alturas de eixos para máquinas motoras e movidas .....	P-PB-115
Máquinas agrícolas - terminologia ....	P-TB-66
Máquinas centrifugadoras de lavanderia ..	EB-124
Máquinas rodoviárias - classificação ..	P-NB-103
Máquinas rodoviárias - classificação e terminologia .....	P-TB-51
Máquinas polifásicas de indução .....	MB-216
Máquinas rotativas - classificação de formas construtivas .....	P-TB-54
Máquinas síncronas - especificação ....	P-EB-281
Máquinas síncronas - excitatrizes girantes .....	P-EB-282

## MATERIAIS METÁLICOS

Ensaio de dobramento de materiais metálicos .....	MB-5
Ensaio de tração de materiais elétricos ....	MB-4
Tamanho de grão dos materiais metálicos - determinação .....	P-MB-421

## MOTORES

Apresentação do desempenho de motores de combustão interna alternativos de ignição por compressão (Diesel) ou ignição por centelha (Otto) veiculares e derivados não turbo-alimentados .....	P-NB-130
Motores de combustão interna alternativos .....	P-MB-372
Motores elétricos de indução - especificação .....	EB-120
Motores elétricos de indução - padronização .....	PB-38
Motores de indução para potência e tensão elevadas .....	P-EB-120

## NÚMEROS

Números normalizados .....	NB-71
----------------------------	-------

## OBRAS

Elaboração de projetos de obras de engenharia .....	P-NB-192
Estudos de pré-moldados de obras de engenharia .....	P-NB-178
Estudos de viabilidade de obras de engenharia .....	P-NB-179

## ÓLEOS LUBRIFICANTES

Características espumantes de óleos lubrificantes - determinação .....	MB-384
Desemulsão dos óleos lubrificantes por meio de vapor .....	MB-40
Especificação .....	P-EB-65
Insolúveis em óleos lubrificantes usados - determinação .....	P-MB-325
Número de precipitação de óleos lubrificantes - determinação .....	P-MB-331

## PARAFUSOS

Acabamento, excentricidade e tolerâncias angulares para parafusos e porcas (tolerância grossa) .....	P-NB-120
Chaves de parafusos .....	P-PB-159
Comprimento do corpo e da parte rosca de parafusos .....	PB-95
Fio máquina de aço para estampagem a frio de parafusos e porcas .....	P-EB-375
Furos de passagem para parafusos e peças rosca de similares .....	P-PB-50

Parafuso de cabeça abaulada com pescoço quadrado .....	PB-53
Parafuso de cabeça abaulada e pescoço quadrado com rosca total (tolerância grossa) .....	P-PB-17
Parafuso de cabeça cilíndrica com sextavado interno .....	P-PB-165
Parafusos comuns .....	P-NB-34
Parafusos para madeira .....	P-NB-45
Parafusos, porcas e acessórios .....	P-TB-56
Parafusos, porcas e peças rosca de similares: emprego .....	P-NB-171
Especificação .....	EB-168
padronização .....	P-PB-97
Parafuso retém .....	P-NB-39
Parafuso sextavado (tolerância fina) .....	PB-54
Parafuso sextavado para estruturas metálicas (tolerância grossa) .....	P-PB-42
Parafuso sextavado com rosca parcial - qualidade grossa .....	PB-41
Parafuso sextavado com rosca total - qualidade grossa .....	P-PB-40
Parafuso sextavado com rosca total (tolerância fina) .....	P-PB-25

## PERFIS

Aços para perfis laminados a quente ....	P-EB-583
Perfis de aço laminados a quente .....	P-TB-86
Perfis H, de aço, laminados a quente ..	P-PB-126
Perfis I, de aço, laminados a quente ....	P-PB-125
Perfis U, de aço, laminados a quente ..	P-PB-127
Perfis extrudados de ligas cobre-zinco-chumbo .....	P-EB-576

## POLIAS

Polias canaletadas para correias estreitas V .....	P-PB-151
Polias canaletadas para transmissão com correias V (Classe A, B, C, D, E) .....	PB-29
Polias de transmissão .....	P-EB-381
Polias de transmissão para correias chatas .....	PB-30
PREGOS	
Prego comum de cabeça cônica .....	P-PB-58
Pregos comuns e arestas de aço para madeira .....	P-EB-73

## REBITES

Norma para forma e dimensões de rebites de 3/32" a 7/16" (2,4 a 11,1 mm) .....	P-EB-48
Rebites para estruturas comuns de aço de 12,7 a 38,1 mm .....	P-EB-49

## RODAS

Rodas forjadas e laminadas de uma vida para veículos ferroviários .....	P-EB-184
Rodas forjadas e laminadas de duas ou mais vidas com e sem tratamento térmico .....	P-EB-165

## ROLAMENTOS

Capacidade básica de carga dinâmica e vida dos rolamentos .....	P-NB-207
Dimensões para rolamentos radiais ....	P-PB-143
Dimensões e tolerâncias de rolamentos ..	P-TB-82
Folga interna dos rolamentos (sem carga) .....	P-PB-161
Plano de dimensões para rolamentos axiais .....	P-PB-141
Plano de dimensões para rolamentos radiais de agulhas .....	P-PB-142
Tolerâncias para rolamentos radiais ..	P-PB-144

## ROSCAS

Afastamentos permissíveis para diâmetros de rosca .....	P-PB-98
Plano geral de dimensões de rosca ....	P-PB-111
Pontas de rosca e partes salientes de parafusos .....	PB-114
Rosca Edison .....	EB-42
Roscas de fixação das válvulas nos recipientes de gases liquefeitos de petróleo .....	P-PB-20
Rosca métrica de perfil triangular ISO ....	NB-97
Rosca de uso geral .....	P-PB-96
Rosca Withworth Gás .....	PB-14
Saída de rosca .....	PB-113
Terminologia e simbologia de rosca ....	TB-41

## RUIDO

Medida local e em laboratório de transmissão dos sons aéreos e dos ruídos de impacto ....	MB-432
Níveis de ruídos aceitáveis .....	NB-95

## RUGOSIDADE

Rugosidade das superfícies .....	NB-93
----------------------------------	-------



## SOLDAGEM E SOLDAS

Equipamento elétrico para soldagem a arco:	
especificação .....	EB-343
método de ensaio .....	MB-485
Qualificação do processo de soldagem, de	
soldadores e de operadores .....	P-MB-262
Soldas brancas .....	P-EB-365
Terminologia de soldagem elétrica .....	TB-2

## SOM

Medida de nível de som em ambientes	
interno e externo .....	MB-268
Níveis de sons emitidos pelos veículos	
automotores - determinação .....	P-MB-528

## SUCATA

Sucata de aço e de ferro fundido .....	P-TB-70
--	---------

## TANQUES

Fabricação e instalação de tanques subterrâneos	
para postos de serviço de distribuição de	
combustíveis inflamáveis .....	NB-190
Tanques soldados para armazenamento de	
petróleo e derivados .....	NB-89

## TELAS

Terminologia básica de telas de arame ..	P-TB-64
--	---------

## TORNEIRAS

Especificação .....	P-EB-368
Padronização .....	P-PB-134

## TRILHOS

Especificação .....	EB-119
Trilhos, talas de junção e placas de apoio ..	PB-12

## TUBOS

Achatamento para tubos de aço de	
seção circular .....	MB-365
Alargamento para tubos de aço de	
seção circular .....	MB-366
Dobramento para tubos de aço de	
seção circular .....	MB-363
Flangeamento para tubos de aço de	
seção circular .....	MB-364
Tubos de aço de precisão, com costura ..	P-EB-349
Tubos de aço de precisão, sem costura ..	P-EB-193

Tubos de aço e aço-liga, com e sem costura, para	
serviços em baixas temperatura	
(exceto condução) .....	P-EB-390

Tubos de aço baixo carbono, sem costura,	
estirados a frio, para condensadores e	
permutadores de calor .....	P-EB-201

Tubos de aço carbono para altas temperaturas -	
requisitos adicionais ISO para aplicação	
em caldeira .....	P-EB-333

Tubos de aço-carbono para condução	
de fluidos .....	P-EB-182

Tubos de aço-carbono e de aços ferríticos e	
austeníticos - requisitos gerais .....	P-EB-204

Tubos de aço-carbono, sem costura, para	
caldeiras e superaquecedores .....	P-EB-335

Tubos de aço-carbono, sem costura, para	
caldeiras e superaquecedores	
de alta pressão .....	P-EB-338

Tubos de aço-carbono com requisitos de qualidade	
para condução de fluidos .....	P-EB-332

Tubos de aço-carbono com rosca USASI, para	
condução de fluidos em	
instalações comuns .....	P-EB-331

Tubos de aço-carbono, sem costura, para serviços	
em altas temperaturas .....	P-EB-334

Tubos de aço-carbono soldados por resistência	
elétrica para caldeiras .....	P-EB-339

Tubos de aço-carbono soldados por resistência	
elétrica para caldeiras e superaquecedores	
de alta tensão .....	P-EB-340

Tubos de aço-carbono soldados por resistência	
elétrica para condensadores e	
permutadores de calor .....	P-EB-203

Tubos de aço-carbono soldados por resistência	
elétrica para condensadores e	
permutadores de calor .....	P-EB-203

Tubos de aço baixo carbono, sem costura, estirados	
a frio, para condensadores e	
permutadores de calor .....	P-EB-201

Tubos de aço baixo carbono e carbono-molibdênio,	
sem costura para aquecimento	
em refinarias .....	P-EB-198

Tubos de aço-carbono-molibdênio, sem costura,	
para caldeiras e superaquecedores ....	P-EB-337

Tubos de aço-carbono-molibdênio, sem costura,	
para caldeiras e superaquecedores ....	P-EB-337

Tubos de aço-cromo-molibdênio e cromo-molibdê-	
nio-silício, sem costura, para condensadores e	
permutadores de calor .....	P-EB-202

Tubos de aço-cromo-molibdênio e cromo-molibdê-	
nio-silício, sem costura, para aquecimento	
em refinarias .....	P-EB-199

Tubos de aço-cromo-níquel, sem costura, para	
aquecimento em refinarias .....	P-EB-200

Tubos de aço médio carbono, sem costura, para	
caldeiras e superaquecedores .....	P-EB-336

Tubos de aços ferríticos, sem costura, para	
condução, utilizados em	
altas temperaturas .....	EB-383

Tubos de aço galvanizados por	
pressão interna .....	P-MB-314

Tubos de cerâmica para esgotos .....	EB-5
--------------------------------------	------

Tubos de cimento-amianto para	
esgoto sanitário .....	EB-69

Tubos capilares de cobre sem costura ....	EB-271
---	--------

Tubos de cobre sem costura para refrigeração	
e ar condicionado .....	P-EB-273

Tubos de cobre, sem costura, para	
usos gerais .....	EB-219

Tubos de cobre e suas ligas, sem costura, para	
condensadores, evaporadores e	
trocaadores de calor .....	EB-224

Tubos leves de cobre, sem costura, para	
condução de água .....	EB-257

Tubos de liga cobre-zinco (latão)	
sem costura .....	P-EB-270

Tubos médios e pesados de cobre, sem costura,	
para condução de água .....	P-EB-274

Tubos de concreto armado de seção	
circular .....	EB-103

Tubos de concreto simples	
de seção circular .....	EB-6

Tubos e conexões de ferro fundido para	
esgoto e ventilação .....	PB-77

Tubos de ferro fundido centrífugo:	
cisalhamento .....	MB-66

ensaio de anéis de borracha para juntas ...	MB-313
ensaio de estanqueidade de juntas .....	MB-312

ensaio de flexão em corpos	
de prova em tira .....	MB-311

ensaio de flexão por tração de anel .....	MB-310
de ponta e bolsa, para líquidos sob pressão,	
em junta não elástica .....	EB-43

para líquido sob pressão com	
junta elástica .....	P-EB-303

Tubos flexíveis para freios hidráulicos ..	P-MB-333
--	----------

Tubos flexíveis de ligações (chicotes) destinados a	
gases liquefeitos de petróleo .....	P-NB-65

Projeto e execução de tubulações de ferro fundido	
centrifugado de ponta e bolsa para conduzir	
água fria sob pressão .....	P-NB-126

## USINAGEM

Classificação de metal duro segundo	
grupos de usinagem .....	P-CB-1

Conceitos de técnicas de usinagem - movimentos e	
relações geométricas .....	P-NB-204

Processos mecânicos de usinagem ....	P-TB-83
--------------------------------------	---------

## VALVULAS

Inspecção de válvulas de aço fundido e aço	
forjado para indústrias de	
petróleo e petroquímica .....	P-NB-230

Válvulas de aço fundido e aço forjado para	
indústria de petróleo e petroquímica:	
válvulas gaveta - parte I .....	P-EB-141

válvulas de esfera - parte II .....	P-EB-141
Válvulas globo de aço fundidas	
para construção naval .....	P-MB-644

Válvulas globo de bronze para uso	
em construção naval .....	P-MB-713

Emprego de válvulas globo angular de ferro	
fundido pressão nominal 10 kg/cm <sup>2</sup>	
para construção naval .....	P-NB-245

Ensaio de válvulas de gaveta de ferro fundido com	
haste fixa de pressão nominal 10 kg/cm <sup>2</sup>	
para construção naval .....	P-MB-646

Válvulas de ferro fundido de gaveta única ..	PB-37
Válvulas globo angular de ferro fundido pressão	
nominal 10 kg/cm <sup>2</sup> , para construção	
naval - ensaio hidrostático .....	P-MB-642

Válvulas de segurança, destinadas à proteção de	
recipientes transportáveis para GLP:	
especificação .....	P-EB-112

método de ensaio .....	P-MB-224
------------------------	----------

Válvulas de segurança, destinadas à proteção de	
recipientes transportáveis para GLP:	
especificação .....	P-EB-112

método de ensaio .....	P-MB-224
------------------------	----------

## VEDAÇÃO

Terminologia dos materiais de vedação ....	TB-40
--	-------

## VISCOSIDADE

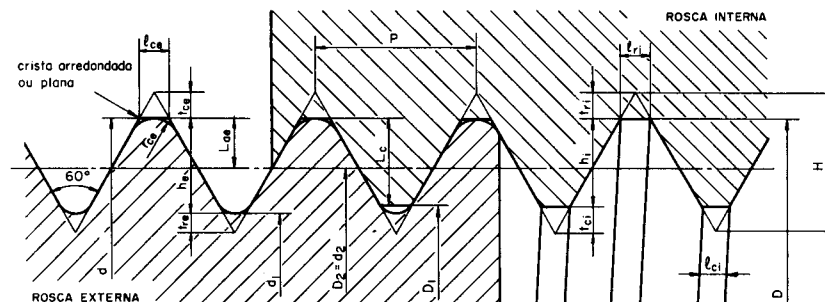
Cálculo do índice de viscosidade a partir da	
viscosidade cinemática .....	P-MB-477

Conversão de viscosidade cinemática para	
viscosidade Saybolt Universal .....	P-NB-105

# ROSCAS "UNIFIED AND AMERICAN STANDARD"

ASA B1.1-1949 (Esta norma inclui a série de roscas unificadas "unified")

	ROSCA INTERNA		ROSCA EXTERNA	
Passo	P	1"/n <sup>2</sup> de filetes por polegada		
Altura do triângulo fundamental	H	0,86603 P		
Altura dos filetes	h <sub>i</sub>	0,54127 P = 5H/8	h <sub>e</sub>	0,61343 P = 17H/24
Profundidade de contato	L <sub>c</sub>	0,54127 P = 5H/8		
Largura do truncamento da crista	ℓ <sub>ci</sub>	0,25 P = P/4	ℓ <sub>ce</sub>	0,125 P = P/8
Largura do truncamento da raiz	ℓ <sub>ri</sub>	0,125 P = P/8	ℓ <sub>re</sub>	
Altura do truncamento da crista	t <sub>ci</sub>	0,21651 P = H/4	t <sub>ce</sub>	0,10825 P = H/8
Altura do truncamento da raiz	t <sub>ri</sub>	0,10825 P = H/8	t <sub>re</sub>	0,14434 P = H/6
Addendum	L <sub>ai</sub>		L <sub>ae</sub>	0,32476 P
Raio de arredond. da crista			r <sub>ce</sub>	0,108 P
Diâmetro maior	D	diâmetro nominal	d	diâmetro nominal
Diâmetro menor	D <sub>1</sub>	D - 2 h <sub>i</sub>	d <sub>1</sub>	d - 2 h <sub>e</sub>
Diâmetro efetivo	D <sub>2</sub>	D - 2 L <sub>ae</sub>	d <sub>2</sub>	d - 2 L <sub>ae</sub>



As áreas S de resistência dadas nas páginas seguintes, usadas para calcular a resistência à tração da seção rosçada, são baseadas no diâmetro efetivo D<sub>2</sub> e no diâmetro menor d<sub>1</sub>.

$$S = \pi \left( \frac{D_2 + d_1}{4} \right)^2$$

Existem 6 tipos de roscas:

NC (UNC) = rosca normal

NF (UNF) = rosca fina

NEF (UNEF) = rosca extra-fina

Série 8 = 8 filetes por polegada

Série 12 = 12 filetes por polegada

Série 16 = 16 filetes por polegada

Existem 3 classes de qualidades no ardem crescente indicadas pelos algarismos 1, 2, 3 (2 é a mais usada).

Designações: 1A 2A 3A

1B 2B 3B

A = rosca externa

B = rosca interna

Filetes por polegada n	P		H		h <sub>i</sub>		h <sub>e</sub>		L <sub>c</sub>		ℓ <sub>ci</sub>		ℓ <sub>ce</sub>		ℓ <sub>ri</sub>		t <sub>ci</sub>		t <sub>ce</sub>		t <sub>ri</sub>		t <sub>re</sub>		L <sub>ae</sub>	
	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm
80	0,01250	0,317	0,01083	0,275	0,00677	0,172	0,00767	0,195	0,00677	0,172	0,00312	0,079	0,00156	0,039	0,00156	0,039	0,00271	0,069	0,00135	0,034	0,00135	0,034	0,00180	0,045	0,00406	0,103
72	0,01389	0,353	0,01203	0,305	0,00752	0,191	0,00852	0,216	0,00752	0,191	0,00347	0,088	0,00174	0,044	0,00174	0,044	0,00301	0,076	0,00150	0,038	0,00150	0,038	0,00200	0,051	0,00451	0,114
64	0,01563	0,397	0,01353	0,343	0,00846	0,215	0,00958	0,243	0,00846	0,215	0,00391	0,099	0,00195	0,049	0,00195	0,049	0,00338	0,086	0,00169	0,043	0,00169	0,043	0,00226	0,057	0,00507	0,128
56	0,01786	0,453	0,01546	0,392	0,00967	0,245	0,01095	0,278	0,00967	0,245	0,00446	0,113	0,00223	0,056	0,00223	0,056	0,00387	0,098	0,00189	0,049	0,00189	0,049	0,00258	0,065	0,00580	0,147
48	0,02083	0,529	0,01804	0,458	0,01128	0,286	0,01278	0,324	0,01128	0,286	0,00521	0,132	0,00260	0,066	0,00260	0,066	0,00451	0,114	0,00226	0,057	0,00226	0,057	0,00301	0,076	0,00677	0,172
44	0,02273	0,577	0,01968	0,500	0,01230	0,312	0,01394	0,354	0,01230	0,312	0,00568	0,144	0,00284	0,072	0,00284	0,072	0,00492	0,125	0,00246	0,062	0,00246	0,062	0,00328	0,083	0,00738	0,187
40	0,02500	0,635	0,02165	0,550	0,01353	0,343	0,01534	0,389	0,01353	0,343	0,00625	0,159	0,00312	0,079	0,00312	0,079	0,00541	0,137	0,00271	0,069	0,00271	0,069	0,00361	0,091	0,00812	0,206
36	0,02778	0,705	0,02406	0,611	0,01504	0,382	0,01704	0,433	0,01504	0,382	0,00694	0,176	0,00347	0,088	0,00347	0,088	0,00601	0,152	0,00301	0,076	0,00301	0,076	0,00401	0,101	0,00902	0,229
32	0,03125	0,794	0,02706	0,687	0,01691	0,429	0,01917	0,487	0,01691	0,429	0,00781	0,198	0,00391	0,099	0,00391	0,099	0,00677	0,172	0,00338	0,086	0,00338	0,086	0,00451	0,114	0,01015	0,258
28	0,03571	0,907	0,03093	0,785	0,01933	0,491	0,02191	0,556	0,01933	0,491	0,00893	0,227	0,00446	0,113	0,00446	0,113	0,00773	0,196	0,00387	0,098	0,00387	0,098	0,00515	0,131	0,01160	0,294
24	0,04167	1,058	0,03608	0,916	0,02255	0,573	0,02556	0,649	0,02255	0,573	0,01042	0,264	0,00521	0,132	0,00521	0,132	0,00802	0,229	0,00451	0,114	0,00451	0,114	0,00601	0,152	0,01353	0,343
20	0,05000	1,270	0,04330	1,106	0,02706	0,687	0,03067	0,779	0,02706	0,687	0,01250	0,317	0,00625	0,159	0,00625	0,159	0,01083	0,275	0,00541	0,137	0,00541	0,137	0,00722	0,183	0,01624	0,412
18	0,05556	1,411	0,04811	1,222	0,03007	0,764	0,03408	0,865	0,03007	0,764	0,01389	0,353	0,00694	0,176	0,00694	0,176	0,01203	0,305	0,00601	0,152	0,00601	0,152	0,00802	0,204	0,01804	0,458
16	0,06250	1,588	0,05413	1,375	0,03383	0,859	0,03834	0,974	0,03383	0,859	0,01562	0,396	0,00781	0,198	0,00781	0,198	0,01353	0,343	0,00677	0,172	0,00677	0,172	0,00902	0,229	0,02030	0,515
14	0,07143	1,814	0,06186	1,571	0,03866	0,982	0,04382	1,113	0,03866	0,982	0,01786	0,453	0,00893	0,227	0,00893	0,227	0,01546	0,392	0,00773	0,196	0,00773	0,196	0,01031	0,262	0,02320	0,589
13	0,07692	1,954	0,06662	1,692	0,04164	1,057	0,04719	1,198	0,04164	1,057	0,01923	0,488	0,00962	0,244	0,00962	0,244	0,01685	0,423	0,00833	0,211	0,00833	0,211	0,01110	0,282	0,02498	0,634
12	0,08333	2,116	0,07217	1,833	0,04511	1,146	0,05112	1,298	0,04511	1,146	0,02083	0,529	0,01042	0,264	0,01042	0,264	0,01804	0,458	0,00902	0,229	0,00902	0,229	0,01203	0,305	0,02706	0,687
11 1/2	0,08696	2,209	0,07531	1,913	0,04707	1,195	0,05334	1,355	0,04707	1,195	0,02174	0,552	0,01087	0,276	0,01087	0,276	0,01883	0,478	0,00941	0,239	0,00941	0,239	0,01255	0,319	0,02824	0,717
11	0,09091	2,309	0,07873	2,000	0,04921	1,250	0,05577	1,416	0,04921	1,250	0,02273	0,577	0,01136	0,288	0,01136	0,288	0,01968	0,500	0,00984	0,250	0,00984	0,250	0,01312	0,333	0,02952	0,738
10	0,10000	2,540	0,08660	2,200	0,05413	1,375	0,06134	1,558	0,05413	1,375	0,02500	0,635	0,01250	0,317	0,01250	0,317	0,02165	0,550	0,01083	0,275	0,01083	0,275	0,01443	0,366	0,03248	0,825
9	0,11111	2,822	0,09623	2,444	0,06014	1,527	0,06816	1,731	0,06014	1,527	0,02778	0,705	0,01389	0,353	0,01389	0,353	0,02406	0,611	0,01203	0,305	0,01203	0,305	0,01604	0,407	0,03608	0,916
8	0,12500	3,175	0,10825	2,750	0,06766	1,718	0,07668	1,947	0,06766	1,718	0,03125	0,794	0,01562	0,397	0,01562	0,397	0,02706	0,687	0,01353	0,343	0,01353	0,343	0,01804	0,458	0,04059	1,031
7	0,14286	3,628	0,12372	3,142	0,07732	1,964	0,08763	2,226	0,07732	1,964	0,03571	0,907	0,01786	0,453	0,01786	0,453	0,03093	0,785	0,01546	0,392	0,01546	0,392	0,02062	0,524	0,04639	1,178
6	0,16667	4,234	0,14434	3,666	0,09021	2,291	0,10224	2,597	0,09021	2,291	0,04167	1,058	0,02083	0,529	0,02083	0,529	0,03608	0,916	0,01804	0,458	0,01804	0,458	0,02406	0,611	0,05413	1,375
5	0,20000	5,080	0,17321	4,399	0,10825	2,749	0,12269	3,116	0,10825	2,749	0,05000	1,270	0,02500	0,635	0,02500	0,635	0,04330	1,100	0,02165	0,550	0,02165	0,550	0,02824	0,717	0,06495	1,649
4 1/2	0,22222	5,644	0,19245	4,888	0,12028	3,055	0,13632	3,462	0,12028	3,055	0,05556	1,411	0,02778	0,705	0,02778	0,705	0,04811	1,222	0,02406	0,611	0,02406	0,611	0,03208	0,815	0,07217	1,833
4	0,25000	6,350	0,21651	5,499	0,13532	3,437	0,15336	3,895	0,13532	3,437	0,06250	1,567	0,03125	0,794	0,03125	0,794	0,05413	1,375	0,02706	0,687	0,02706	0,687	0,03608	0,916	0,08119	2,062

# ROSCA NORMAL NC (UNC)

Esta rosca é recomendada para uso geral em engenharia.

Diâmetro nominal	Diâmetro maior D		Filetes por polegada	Diâmetro efetivo D <sub>2</sub>		Diâmetro menor da rosca				Ângulo de avanço β (da hélice)	Área da secção com diâmetro d <sub>1</sub>		Área de resistência S	
	pol	mm		pol	mm	externa d <sub>1</sub>		interna D <sub>1</sub>			pol <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	pol <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
						pol	mm	pol	mm					
1 (0,073)	0,0730	1,854	64	0,0629	1,597	0,0538	1,366	0,0561	1,425	49° 31'	0,0022	1,419	0,0026	1,677
2 (0,086)	0,0860	2,184	56	0,0744	1,889	0,0641	1,628	0,0667	1,694	49° 22'	0,0031	1,999	0,0036	2,322
3 (0,099)	0,0990	2,514	48	0,0855	2,172	0,0734	1,864	0,0764	1,940	49° 26'	0,0041	2,645	0,0048	3,096
4 (0,112)	0,1120	2,845	40	0,0958	2,433	0,0813	2,065	0,0849	2,156	49° 45'	0,0050	3,225	0,0060	3,870
5 (0,125)	0,1250	3,175	40	0,1088	2,763	0,0943	2,395	0,0979	2,486	49° 11'	0,0067	4,322	0,0079	5,096
6 (0,138)	0,1380	3,505	32	0,1177	2,989	0,0997	2,532	0,1042	2,646	49° 50'	0,0075	4,838	0,0090	5,806
8 (0,164)	0,1640	4,165	32	0,1437	3,650	0,1257	3,193	0,1302	3,307	39° 58'	0,0120	7,741	0,0139	8,967
10 (0,190)	0,1900	4,826	24	0,1629	4,137	0,1389	3,528	0,1449	3,680	49° 39'	0,0145	9,354	0,0174	11,225
12 (0,216)	0,2160	5,486	24	0,1889	4,798	0,1649	4,188	0,1709	4,341	49° 1'	0,0206	13,290	0,0240	15,483
1/4 (*)	0,2500	6,350	20	0,2175	5,524	0,1887	4,793	0,1959	4,976	49° 11'	0,0269	17,354	0,0317	20,451
5/16 (*)	0,3125	7,937	18	0,2764	7,020	0,2443	6,205	0,2524	6,411	39° 40'	0,0454	29,290	0,0522	33,677
3/8 (*)	0,3750	9,525	16	0,3344	8,494	0,2983	7,577	0,3073	7,805	39° 24'	0,0678	43,741	0,0773	49,870
7/16 (*)	0,4375	11,112	14	0,3911	9,934	0,3499	8,887	0,3602	9,149	39° 20'	0,0933	60,193	0,1060	68,386
1/2	0,5000	12,700	13	0,4500	11,430	0,4056	11,582	0,4167	10,584	39° 7'	0,1257	81,096	0,1416	91,354
1/2 (*)	0,5000	12,700	12	0,4459	11,326	0,3978	10,104	0,4098	10,409	39° 24'	0,1205	77,741	0,1374	88,644
9/16 (*)	0,5625	14,287	12	0,5084	12,913	0,4603	11,691	0,4723	11,996	29° 59'	0,1620	104,515	0,1816	117,161
5/8 (*)	0,6250	15,875	11	0,5660	14,376	0,5135	13,043	0,5266	13,375	29° 56'	0,2018	130,193	0,2256	145,548
3/4 (*)	0,7500	19,050	10	0,6850	17,399	0,6273	15,933	0,6417	16,299	29° 40'	0,3020	194,838	0,3340	215,483
7/8 (*)	0,8750	22,225	9	0,8028	20,391	0,7387	18,763	0,7547	19,169	29° 31'	0,4193	270,515	0,4612	297,547
1 (*)	1,0000	25,400	8	0,9188	23,337	0,8466	21,503	0,8647	21,963	29° 29'	0,5510	355,483	0,6051	390,386
1 1/8 (*)	1,1250	28,575	7	1,0322	26,218	0,9497	22,909	0,9704	24,648	29° 31'	0,6931	447,160	0,7627	492,063
1 1/4 (*)	1,2500	31,750	7	1,1572	29,393	1,0747	27,297	1,0954	27,823	29° 15'	0,8898	574,063	0,9684	624,772
1 3/8 (*)	1,3750	34,925	6	1,2667	32,174	1,1705	29,731	1,1946	30,343	29° 24'	1,0541	680,063	1,1538	744,385
1 1/2 (*)	1,5000	38,100	6	1,3917	35,349	1,2955	32,906	1,3196	33,518	29° 11'	1,2938	834,708	1,4041	905,869
1 3/4 (*)	1,7500	44,450	5	1,6201	41,150	1,5046	38,217	1,5335	38,951	29° 15'	1,7441	1,125,223	1,8983	1,224,707
2 (*)	2,0000	50,800	4 1/2	1,8557	47,135	1,7274	43,876	1,7594	44,689	29° 11'	2,3001	1,483,932	2,4971	1,611,029
2 1/4 (*)	2,2500	57,150	4 1/2	2,1057	53,485	1,9774	50,226	2,0094	51,039	19° 55'	3,0212	1,949,157	3,2464	2,094,447
2 1/2 (*)	2,5000	63,500	4	2,3376	59,375	2,1933	55,710	2,2294	56,627	19° 57'	3,7161	2,397,479	3,9976	2,578,091
2 3/4 (*)	2,7500	69,850	4	2,5876	65,725	2,4433	62,060	2,4794	62,977	19° 46'	4,6194	2,980,252	4,9326	3,182,316
3 (*)	3,0000	76,200	4	2,8376	72,075	2,6933	68,410	2,7294	69,327	19° 36'	5,6209	3,626,379	5,9659	3,848,960
3 1/4 (*)	3,2500	82,550	4	3,0876	78,425	2,9433	74,760	2,9794	75,677	19° 29'	6,7205	4,335,797	7,0992	4,580,118
3 1/2 (*)	3,5000	88,900	4	3,3376	84,775	3,1933	81,110	3,2294	82,027	19° 22'	7,9183	5,108,570	8,3268	5,372,118
3 3/4 (*)	3,7500	95,250	4	3,5876	91,125	3,4433	87,460	3,4794	88,377	19° 16'	9,2143	5,944,697	9,6546	6,228,761
4 (*)	4,0000	101,600	4	3,8376	97,475	3,6933	93,810	3,7294	94,727	19° 11'	10,6084	6,844,115	11,0805	7,148,695

## OBSERVAÇÕES:

- As dimensões com (\*) indicam roscas "unified" (unificadas) e "American Standard" e são representadas por UNC.
- As demais dimensões pertencem somente à "American Standard" e são representadas por NC.

## EXEMPLO:

Designação de uma rosca interna de 1/4" de diâmetro nominal, 20 fios por polegada, "unified" e com qualidade 2.

1/4 - 20 UNC - 2A.

# ROSCA FINA NF (UNF) E ROSCA EXTRA-FINA NEF (UNEF)

NF (UNF): rosca recomendada para uso geral em automóveis, aviões e outras aplicações onde a espessura da parede exija uma rosca fina.

NEF (UNEF): usada extensamente em aeronáutica.

NF (UNF)

Diâmetro nominal	Diâmetro maior D		Filetes por polegada n	Diâmetro efetivo D <sub>2</sub>		Diâmetro menor da rosca				Ângulo de avanço β (de hélice)	Área da seção com diâmetro d <sub>1</sub>		Área de resistência S	
	pol	mm		pol	mm	externa d <sub>1</sub>		interna D <sub>1</sub>			pol <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	pol <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>
						pol	mm	pol	mm					
0 (0,060)	0,0600	1,524	90	0,0519	1,318	0,0447	1,135	0,0465	1,181	49° 23'	0,0015	0,987	0,0018	1,161
1 (0,073)	0,0730	1,854	72	0,0640	1,625	0,0560	1,422	0,0580	1,473	39° 57'	0,0024	1,548	0,0027	1,741
2 (0,086)	0,0860	2,184	64	0,0759	1,928	0,0668	1,697	0,0691	1,755	39° 45'	0,0034	2,193	0,0039	2,516
3 (0,099)	0,0990	2,514	56	0,0874	2,220	0,0771	1,958	0,0797	2,024	39° 43'	0,0045	2,903	0,0052	3,354
4 (0,112)	0,1120	2,845	48	0,0985	2,502	0,0884	2,194	0,0894	2,271	39° 51'	0,0057	3,677	0,0065	4,193
5 (0,125)	0,1250	3,175	44	0,1102	2,799	0,0971	2,466	0,1004	2,550	39° 45'	0,0072	4,645	0,0082	5,280
6 (0,138)	0,1380	3,505	40	0,1218	3,084	0,1073	2,725	0,1109	2,817	39° 44'	0,0087	5,612	0,0101	6,516
8 (0,164)	0,1640	4,165	36	0,1460	3,708	0,1299	3,299	0,1339	3,401	39° 28'	0,0128	8,258	0,0146	9,419
10 (0,190)	0,1900	4,826	32	0,1697	4,310	0,1517	3,853	0,1562	3,967	39° 21'	0,0175	11,290	0,0199	12,838
12 (0,216)	0,2160	5,486	28	0,1928	4,897	0,1722	4,374	0,1773	4,503	39° 22'	0,0226	14,560	0,0257	16,580
1 1/4 (*)	0,2500	6,350	28	0,2268	5,761	0,2062	5,237	0,2113	5,367	29° 52'	0,0326	21,032	0,0362	23,354
5/16 (*)	0,3125	7,937	24	0,2854	7,249	0,2614	6,539	0,2674	6,792	29° 40'	0,0524	33,806	0,0579	37,354
3/8 (*)	0,3750	9,525	24	0,3479	8,836	0,3239	8,227	0,3299	8,379	29° 11'	0,0809	52,193	0,0876	56,516
7/16 (*)	0,4375	11,112	20	0,4050	10,287	0,3762	9,555	0,3834	9,738	29° 15'	0,1090	70,322	0,1185	76,451
1/2 (*)	0,5000	12,700	20	0,4675	11,874	0,4387	11,143	0,4459	11,326	19° 57'	0,1486	95,870	0,1597	103,032
9/16 (*)	0,5625	14,287	18	0,5264	13,370	0,4943	12,555	0,5024	12,761	19° 55'	0,1886	121,806	0,2026	130,709
5/8 (*)	0,6250	15,875	18	0,5889	14,958	0,5568	14,143	0,5649	14,348	19° 43'	0,2400	154,838	0,2555	164,838
3/4 (*)	0,7500	19,050	16	0,7094	18,019	0,6733	17,102	0,6823	17,330	19° 36'	0,3513	226,644	0,3724	240,257
7/8 (*)	0,8750	22,225	14	0,8286	21,046	0,7874	20,000	0,7977	20,261	19° 34'	0,4805	308,999	0,5068	328,257
1	1,0000	25,400	14	0,9536	24,221	0,9124	23,175	0,9227	23,436	19° 22'	0,6464	417,031	0,6791	438,138
1 (*)	1,0000	25,400	12	0,9459	24,026	0,8978	22,804	0,9098	23,109	19° 36'	0,6245	402,902	0,6634	427,353
1 1/8 (*)	1,1250	28,575	12	1,0709	27,201	1,0228	25,979	1,0348	26,284	19° 25'	0,8118	523,740	0,8549	551,547
1 1/4 (*)	1,2500	31,750	12	1,1959	30,376	1,1478	29,154	1,1598	29,459	19° 16'	1,0237	660,450	1,0721	691,676
1 3/8 (*)	1,3750	34,925	12	1,3209	33,551	1,2728	32,329	1,2848	32,634	19° 9'	1,2602	813,030	1,3137	847,546
1 1/2 (*)	1,5000	38,100	12	1,4459	36,726	1,3978	35,504	1,4098	35,809	19° 3'	1,5212	981,411	1,5799	1.019,288

OBSERVAÇÃO: As dimensões com (\*) indicam roscas "unified" (unificadas) e "American Standard" e são representadas por UNF e UNEF.

As demais dimensões pertencem somente à "American Standard" e são representadas por NF e NEF.

NEF (UNEF)

12 (0,216)	0,2160	5,486	32	0,1957	4,971	0,1777	4,513	0,1822	4,628	29° 55'	0,0242	15,612	0,0269	17,354
1/4	0,2500	6,350	32	0,2227	5,634	0,2117	5,377	0,2162	5,491	29° 29'	0,0344	22,183	0,0377	24,322
5/16	0,3125	7,937	32	0,2922	7,422	0,2742	6,964	0,2787	7,079	19° 57'	0,0581	37,483	0,0622	40,128
3/8	0,3750	9,525	32	0,3547	9,009	0,3367	8,552	0,3412	8,666	19° 36'	0,0878	56,645	0,0929	59,935
7/16	0,4375	11,112	28	0,4143	10,523	0,3937	9,999	0,3988	10,120	19° 34'	0,1201	77,483	0,1270	81,935
1/2	0,5000	12,700	28	0,4768	12,111	0,4562	11,587	0,4613	11,717	19° 22'	0,1616	104,287	0,1695	109,354
9/16	0,5625	14,287	24	0,5354	13,599	0,5114	12,989	0,5174	13,142	19° 25'	0,2030	130,967	0,2134	137,677
5/8	0,6250	15,875	24	0,5979	15,186	0,5739	14,577	0,5799	14,720	19° 16'	0,2560	165,160	0,2676	172,644
11/16	0,6875	17,462	24	0,6604	16,774	0,6364	16,164	0,6424	16,317	19° 9'	0,3151	203,289	0,3280	211,612
3/4	0,7500	19,050	20	0,7175	18,224	0,6887	17,493	0,6959	17,676	19° 16'	0,3685	237,741	0,3855	246,709
13/16	0,8125	20,637	20	0,7800	19,812	0,7512	19,080	0,7584	19,263	19° 10'	0,4388	285,096	0,4575	298,031
7/8	0,8750	22,225	20	0,8425	21,399	0,8137	20,668	0,8209	20,851	19° 5'	0,5153	332,450	0,5352	345,389
15/16	0,9375	23,812	20	0,9050	22,987	0,8762	22,255	0,8834	22,438	19° 0'	0,5979	385,741	0,6194	399,612
1	1,0000	25,400	20	0,9675	24,574	0,9387	23,842	0,9459	24,026	0° 57'	0,6886	442,966	0,7095	457,741
1 1/16	1,0625	26,987	18	1,0264	26,070	0,9943	25,255	1,0024	25,461	0° 59'	0,7702	496,902	0,7973	514,386
1 1/8	1,1250	28,575	18	1,0889	27,658	1,0568	26,843	1,0649	27,048	0° 56'	0,8705	561,611	0,8993	580,192
1 3/16	1,1875	30,162	18	1,1514	29,245	1,1193	28,430	1,1274	28,636	0° 53'	0,9770	630,321	1,0074	649,934
1 1/4	1,2500	31,750	18	1,2139	30,833	1,1818	30,018	1,1899	30,223	0° 50'	1,0895	702,901	1,1216	723,611
1 5/16	1,3125	33,337	18	1,2764	32,420	1,2443	31,605	1,2524	31,811	0° 48'	1,2082	779,482	1,2420	801,288
1 3/8	1,3750	34,925	18	1,3389	34,008	1,3068	33,193	1,3149	33,398	0° 45'	1,3330	859,998	1,3684	882,836
1 7/16	1,4375	36,512	18	1,4014	35,595	1,3693	34,780	1,3774	34,986	0° 43'	1,4640	944,514	1,5010	968,385
1 1/2	1,5000	38,100	18	1,4639	37,183	1,4318	36,368	1,4399	36,573	0° 42'	1,6011	1,032,965	1,6397	1,058,933
1 9/16	1,5625	39,687	18	1,5264	38,770	1,4943	37,955	1,5024	38,161	0° 40'	1,7444	1,125,417	1,7844	1,151,323
1 5/8	1,6250	41,275	18	1,5889	40,358	1,5568	39,543	1,5649	39,748	0° 38'	1,8937	1,221,736	1,9357	1,248,836
1 11/16	1,6875	42,862	18	1,6514	41,945	1,6193	41,130	1,6274	41,336	0° 37'	2,0493	1,322,126	2,0929	1,350,255
1 3/4	1,7500	44,450	16	1,7094	43,419	1,6733	42,502	1,6823	42,730	0° 40'	2,1873	1,411,158	2,2382	1,443,997
2	2,0000	50,800	16	1,9594	49,789	1,9233	48,852	1,9323	49,080	0° 35'	2,8917	1,865,609	2,9501	1,903,286

EXEMPLO: Designação de uma rosca externa de 5/8" de diâmetro nominal, 18 filetes por polegada, rosca fina "unified" e qualidade 2.

5/8 - 18 UNF - 2 A

# ROSCAS DAS SÉRIES 8-12-16

**SÉRIE 8:** Corresponde a 8 filetes por polegada, sendo muito usado em flanges de tubulações de alta pressão, prisioneiros de cabeçotes e outras aplicações em pressões elevadas.

$$h_e = 0,08119" \quad l_{ce} = P/8 \quad l_{cl} = P/24$$

$$d_1 = d - 2h_e \quad d_2 = d - h_e$$

**SÉRIE 12:** Corresponde a 12 filetes por polegada. Usa-se inicialmente em caldeiraria. Agora também empregada em parcas de pequena espessura rosqueadas sobre eixos ou luvas.

$$h_e = 0,05413" \quad l_{ce} = P/8 \quad l_{cl} = P/24$$

$$d_1 = d - 2h_e \quad d_2 = d - h_e$$

**SÉRIE 16:** Corresponde a 16 filetes por polegada. É uma rosca muito fina usada em anéis de ajuste e porcas de fixação de rolamentos.

$$h_e = 0,04059" \quad l_{ce} = P/8 \quad l_{cl} = P/24$$

$$d_1 = d - 2h_e \quad d_2 = d - h_e$$

Obs.: As dimensões com (\*) indicam roscas "unified", e "American Standard" e são representadas por UN (ex.: 2-8 UN). As demais dimensões pertencem somente à "American Standard" e são representadas por N (ex.: 15/8-16 N).

SÉRIE 8 (passo P = 0,125 pol)							SÉRIE 12 (passo P = 0,08333 pol)						SÉRIE 16 (passo P = 0,06250 pol)					
Diâmetro nominal	Diâmetro maior d		Diâmetro menor d <sub>1</sub>		Diâmetro efetivo d <sub>2</sub>		Diâmetro maior d		Diâmetro menor d <sub>1</sub>		Diâmetro efetivo d <sub>2</sub>		Diâmetro maior d		Diâmetro menor d <sub>1</sub>		Diâmetro efetivo d <sub>2</sub>	
pol	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm
1/2 (*)	—	—	—	—	—	—	0,500	12,70	0,392	9,95	0,446	11,33	—	—	—	—	—	—
9/16 (*)	—	—	—	—	—	—	0,563	14,29	0,454	11,54	0,508	12,91	—	—	—	—	—	—
5/8	—	—	—	—	—	—	0,625	15,88	0,517	13,12	0,571	14,50	—	—	—	—	—	—
11/16	—	—	—	—	—	—	0,688	17,46	0,579	14,71	0,633	16,09	—	—	—	—	—	—
3/4 (*)	—	—	—	—	—	—	0,750	19,05	0,642	16,30	0,696	17,68	0,750	19,05	0,689	16,98	0,709	18,02
13/16 (*)	—	—	—	—	—	—	0,813	20,64	0,704	17,89	0,758	19,28	0,813	20,64	0,731	18,58	0,772	19,61
7/8 (*)	—	—	—	—	—	—	0,875	22,23	0,767	19,47	0,821	20,85	0,875	22,23	0,794	20,36	0,834	21,19
15/16 (*)	—	—	—	—	—	—	0,938	23,81	0,829	21,06	0,883	22,44	0,938	23,81	0,856	21,75	0,897	22,78
1 (*)	1,000	25,40	0,858	21,28	0,919	23,34	1,000	25,40	0,892	22,85	0,946	24,03	1,000	25,40	0,919	23,34	0,959	24,37
1-1/16 (*)	—	—	—	—	—	—	1,063	26,99	0,954	24,24	1,008	25,61	1,063	26,99	0,981	24,93	1,022	25,96
1-1/8 (*)	1,125	28,58	0,963	24,45	1,044	26,59	1,125	28,58	1,017	25,82	1,071	27,20	1,125	28,58	1,044	26,51	1,084	27,54
1-3/16 (*)	—	—	—	—	—	—	1,188	30,16	1,079	27,41	1,133	28,79	1,188	30,16	1,106	28,10	1,147	29,13
1-1/4 (*)	1,250	31,75	1,088	27,63	1,169	29,69	1,250	31,75	1,142	29,00	1,196	30,38	1,250	31,75	1,169	29,69	1,209	30,72
1-5/16 (*)	—	—	—	—	—	—	1,313	33,34	1,204	30,59	1,258	31,96	1,313	33,34	1,231	31,28	1,272	32,31
1-3/8 (*)	1,375	34,93	1,213	30,80	1,294	32,86	1,375	34,93	1,267	32,17	1,322	33,55	1,375	34,93	1,294	32,86	1,334	33,89
1-7/16 (*)	—	—	—	—	—	—	1,438	36,51	1,329	33,76	1,383	35,14	1,438	36,51	1,356	34,45	1,397	35,48
1-1/2 (*)	1,500	38,10	1,338	33,98	1,419	36,04	1,500	38,10	1,392	35,35	1,446	36,73	1,500	38,10	1,419	36,04	1,459	37,07
1-9/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1-5/8	1,625	41,28	1,463	37,15	1,544	39,21	1,625	41,28	1,517	38,52	1,571	39,90	1,625	41,28	1,544	39,21	1,584	40,24
1-11/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1-3/4 (*)	1,750	44,45	1,588	40,33	1,669	42,39	1,750	44,45	1,642	41,70	1,686	43,08	1,750	44,45	1,669	42,39	1,709	43,42
1-13/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1-7/8	1,875	47,63	1,713	43,50	1,794	45,56	1,875	47,63	1,767	44,87	1,821	46,25	1,875	47,63	1,794	45,56	1,834	46,59
1-15/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2 (*)	2,000	50,80	1,838	46,68	1,919	48,74	2,000	50,80	1,892	48,05	1,946	49,43	2,000	50,80	1,919	48,74	1,958	49,77
2-1/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2-1/8	2,125	53,98	1,963	49,85	2,044	51,91	2,125	53,98	2,017	51,23	2,071	52,60	2,125	53,98	2,044	51,91	2,084	52,94
2-3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2-1/4 (*)	2,250	57,15	2,088	53,03	2,169	55,09	2,250	57,15	2,142	54,40	2,196	55,78	2,250	57,15	2,169	55,09	2,209	56,12
2-5/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2-3/8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2-7/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2-1/2 (*)	2,500	63,50	2,338	59,38	2,419	61,44	2,500	63,50	2,392	60,75	2,446	62,13	2,500	63,50	2,419	61,44	2,459	62,47
2-5/8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2-3/4 (*)	2,750	69,85	2,588	65,73	2,669	67,79	2,750	69,85	2,642	67,10	2,696	68,48	2,750	69,85	2,669	67,79	2,709	68,82
2-7/8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 (*)	3,000	76,20	2,838	72,08	2,919	74,14	3,000	76,20	2,892	73,50	2,946	74,88	3,000	76,20	2,919	74,14	2,959	75,17
3-1/8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3-1/4 (*)	3,250	82,55	3,088	78,43	3,169	80,49	3,250	82,55	3,142	79,80	3,196	81,18	3,250	82,55	3,169	80,49	3,209	81,52
3-3/8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3-1/2 (*)	3,500	88,90	3,338	84,78	3,419	86,84	3,500	88,90	3,392	86,15	3,446	87,53	3,500	88,90	3,419	86,84	3,459	87,87
3-5/8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3-3/4 (*)	3,750	95,25	3,588	91,13	3,669	93,19	3,750	95,25	3,642	92,50	3,696	93,88	3,750	95,25	3,669	93,19	3,709	94,22
3-7/8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4 (*)	4,000	101,60	3,838	97,48	3,919	99,54	4,000	101,60	3,892	98,85	3,946	100,23	4,000	101,60	3,919	99,54	3,959	100,56
4-1/4 (*)	4,250	107,95	4,088	103,83	4,169	105,89	4,250	107,95	4,142	105,20	4,196	106,55	4,250	107,95	4,169	105,89	4,209	106,90
4-1/2 (*)	4,500	114,30	4,338	110,18	4,419	112,24	4,500	114,30	4,392	111,55	4,446	112,90	4,500	114,30	4,419	112,24	4,459	113,25
4-3/4 (*)	4,750	120,65	4,588	116,53	4,669	118,59	4,750	120,65	4,642	117,90	4,696	119,28	4,750	120,65	4,669	118,59	4,709	119,60
5 (*)	5,000	127,00	4,838	122,88	4,919	124,94	5,000	127,00	4,892	124,25	4,946	125,63	5,000	127,00	4,919	124,94	4,959	125,95
5-1/4 (*)	5,250	133,35	5,088	129,23	5,169	131,29	5,250	133,35	5,142	130,60	5,196	131,98	5,250	133,35	5,169	131,29	5,209	132,30
5-1/2 (*)	5,500	139,70	5,338	135,58	5,419	137,64	5,500	139,70	5,392	136,95	5,446	138,33	5,500	139,70	5,419	137,64	5,459	138,65
5-3/4 (*)	5,750	146,05	5,588	141,93	5,669	143,99	5,750	146,05	5,642	143,30	5,696	144,68	5,750	146,05	5,669	143,99	5,709	145,00
6 (*)	6,000	152,40	5,838	148,28	5,919	150,34	6,000	152,40	5,892	149,65	5,946	151,03	6,000	152,40	5,919	150,34	5,959	151,35

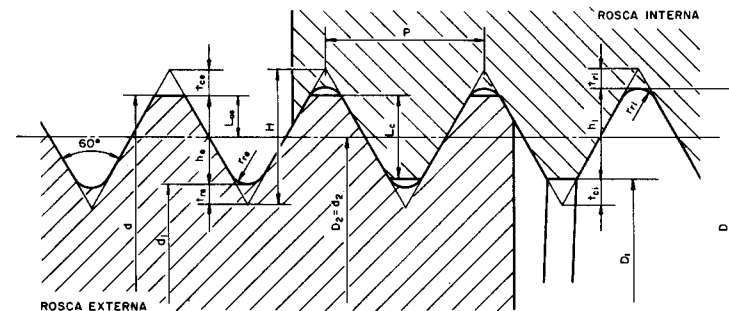
# ROSCA MÉTRICA ISO

	ROSCA INTERNA		ROSCA EXTERNA	
Altura do triângulo fundamental	H	0,86603 P		
Altura do filete	$h_f$	variável	$h_e$	0,61343 P
Profundidade de contacto	$L_c$	0,54127 P		
Altura do truncamento da crista	$t_{ci}$	0,21651 P = H/4	$t_{ce}$	0,10825 P = H/8
Altura do truncamento da raiz	$t_{ri}$	opcional e variável	$t_{re}$	0,14434 P = H/6
Addendum			$L_{oe}$	0,32476 P = 3H/8
Raio de arredondamento da raiz	$r_{ri}$	opcional e variável	$r_{re}$	0,14434 P = H/6
Diâmetro maior	D	variável	d	diâmetro nominal
Diâmetro menor	$D_1$	$D - 2h_f$	$d_1$	$d - 2h_e$
Diâmetro efetivo	$D_2$		$d_2$	$d - 2L_{oe}$

(BASEADO NA NB-97 e TB-41)

## OBSERVAÇÃO:

A seleção de diâmetros de 1,6 até 39mm, com os respectivos passos constantes da tabela abaixo, referem-se às roscas para parafusos, porcas e peças roscadas similares do tipo comercial. Além desses diâmetros comerciais, a tabela se estende até o diâmetro 150mm.



Dimensões em mm

Diâmetro nominal d		Passo P		Diâmetros			Profundidade de contacto $L_c$	Altura do filete $h_e$	Raio de arredondamento $r_{re}$
Série 1	Série 2	normal	fino	efetivo $d_2 = D_2$	menor (roscas ext.) $d_1$	menor (roscas int.) $D_1$			
1,6		0,35		1,373	1,171	1,221	0,189	0,215	0,051
	1,8	0,35		1,573	1,371	1,421	0,189	0,215	0,051
2		0,4		1,740	1,509	1,567	0,217	0,245	0,058
	2,2	0,45		1,908	1,648	1,713	0,244	0,276	0,065
2,5		0,45		2,208	1,948	2,013	0,244	0,276	0,065
3		0,5		2,675	2,387	2,459	0,271	0,307	0,072
	3,5	0,6		3,110	2,784	2,850	0,325	0,368	0,087
4		0,7		3,545	3,141	3,242	0,378	0,429	0,101
5		0,8		4,480	4,019	4,134	0,433	0,491	0,115
6		1		5,350	4,773	4,917	0,541	0,613	0,144
8		1,25		7,188	6,466	6,647	0,677	0,787	0,180
			1	7,350	6,773	6,917	0,541	0,613	0,144
10		1,5		9,026	8,160	8,376	0,812	0,920	0,217
			1,25	9,188	8,487	8,647	0,677	0,787	0,180
12		1,75		10,863	9,853	10,106	0,947	1,074	0,253
			1,25	11,128	10,466	10,647	0,677	0,787	0,180
	14	2		12,701	11,546	11,835	1,083	1,227	0,289
			1,5	13,026	12,160	12,376	0,812	0,920	0,217
16		2		14,701	13,546	13,835	1,083	1,227	0,289
			1,5	15,026	14,160	14,376	0,812	0,920	0,217
	18	2,5		16,376	14,933	15,294	1,353	1,534	0,361
			1,5	17,026	16,160	16,376	0,812	0,920	0,217
20		2,5		18,376	16,933	17,294	1,353	1,534	0,361
			1,5	19,026	18,160	18,376	0,812	0,920	0,217
	22	2,5		20,376	18,933	19,294	1,353	1,534	0,361
			1,5	21,026	20,160	20,376	0,812	0,920	0,217
24		3		22,051	20,319	20,752	1,624	1,840	0,433
			2	22,701	21,546	21,835	1,083	1,227	0,289
	27	3		25,051	23,319	23,752	1,624	1,840	0,433
			2	25,701	24,546	24,835	1,083	1,227	0,289
30		3,5		27,727	25,706	26,211	1,894	2,147	0,505
			2	28,701	27,546	27,835	1,083	1,227	0,289
	33	3,5		30,727	28,706	29,211	1,894	2,147	0,505
			2	31,701	30,546	30,835	1,083	1,227	0,289
36		4		33,402	31,093	31,670	2,165	2,454	0,577
			3	34,051	32,319	32,752	1,624	1,840	0,433
	39	4		36,402	34,093	34,670	2,165	2,454	0,577
			3	37,051	35,319	35,752	1,624	1,840	0,433

Diâmetro nominal d		Passo P		Diâmetros			Profundidade de contacto $L_c$	Altura do filete $h_e$	Raio de arredondamento $r_{re}$
Série 1	Série 2	normal	fino	efetivo $d_2 = D_2$	menor (roscas ext.) $d_1$	menor (roscas int.) $D_1$			
42		4,5		39,077	36,479	37,129	2,436	2,760	0,650
			3	40,051	38,319	38,752	1,624	1,840	0,433
	45	4,5		42,077	39,479	40,129	2,436	2,760	0,650
			3	43,051	41,319	41,752	1,624	1,840	0,433
48		5		44,752	41,866	42,587	2,706	3,067	0,722
			3	46,051	44,319	44,752	1,624	1,840	0,433
	52	5		48,752	45,866	46,587	2,706	3,067	0,722
			3	50,051	48,319	48,752	1,624	1,840	0,433
56		5,5		52,428	49,552	50,046	2,977	3,374	0,794
			4	53,402	51,093	51,670	2,165	2,454	0,577
	60	5,5		56,428	53,252	54,046	2,977	3,374	0,794
			6	60,103	56,639	57,505	3,248	3,681	0,866
64		6		61,402	59,093	59,670	2,165	2,454	0,577
			4	64,103	60,639	61,505	3,248	3,681	0,866
	68	6		66,402	63,093	63,670	2,165	2,454	0,577
			4	68,103	64,639	65,505	3,248	3,681	0,866
			6	69,402	67,093	67,670	2,165	2,454	0,577
	72	6		72,103	68,639	69,505	3,248	3,681	0,866
			4	73,402	71,093	71,670	2,165	2,454	0,577
			6	76,103	72,639	73,505	3,248	3,681	0,866
80		6		77,402	75,093	75,670	2,165	2,454	0,577
			4	81,103	77,639	78,505	3,248	3,681	0,866
	85	6		86,103	82,639	83,505	3,248	3,681	0,866
			4	87,402	85,093	85,670	2,165	2,454	0,577
	90	6		91,103	87,639	88,505	3,248	3,681	0,866
			4	96,103	92,639	93,505	3,248	3,681	0,866
100		6		97,402	95,093	95,670	2,165	2,454	0,577
			4	101,103	97,639	98,505	3,248	3,681	0,866
	105	6		106,103	102,639	103,505	3,248	3,681	0,866
			4	107,402	105,093	105,670	2,165	2,454	0,577
	110	6		111,103	107,639	108,505	3,248	3,681	0,866
			4	116,103	112,639	113,505	3,248	3,681	0,866
125		6		121,103	117,639	118,505	3,248	3,681	0,866
			4	122,402	120,093	120,670	2,165	2,454	0,577
	130	6		126,103	122,639	123,505	3,248	3,681	0,866
			4	136,103	132,639	133,505	3,248	3,681	0,866
140		6		146,103	142,639	143,505	3,248	3,681	0,866

**Exemplo:** Designação de uma rosca métrica ISO de passo normal 1,75mm, diâmetro nominal 12mm. **M 12**

**Obs.:** Se a rosca for esquerda: **M 12 RE**

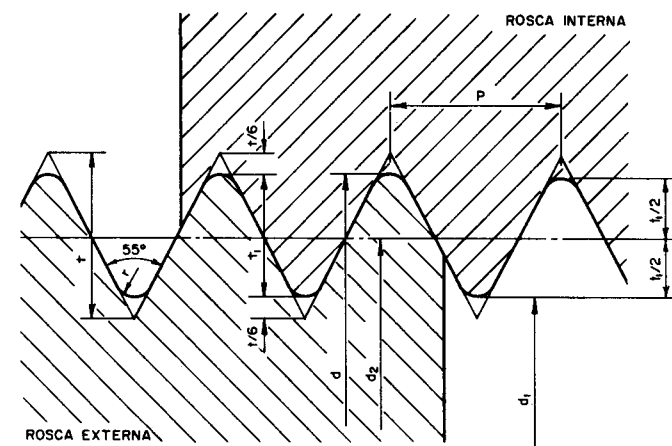
Designação de uma rosca métrica ISO de passo fino 1,25mm, diâmetro nominal 10mm. **M 10 x 1,25**



# ROSCA WHITWORTH NORMAL

(DIN 11)

Diâmetro nominal d		Nº de filetes por polegada	Passo P	Diâmetros			Altura do filete $t_1$	Raio de arred. r	Secção do núcleo S	Esforço admissível do parafuso em kg	
pol	mm			mm	pol	mm				mm	mm
1/16	1,588	60	0,423	1,317	0,041	1,046	0,271	0,058	0,0086	5,16	10,32
3/32	2,381	48	0,529	2,042	0,067	1,703	0,339	0,073	0,0228	13,68	27,36
1/8	3,175	40	0,635	2,768	0,093	2,361	0,407	0,087	0,0438	26,28	52,56
5/32	3,969	32	0,794	3,461	0,116	2,953	0,508	0,109	0,0685	41,10	82,20
3/16	4,763	24	1,058	4,084	0,134	3,406	0,678	0,145	0,0911	54,68	109,32
7/32	5,556	24	1,058	4,878	0,165	4,200	0,678	0,145	0,1385	83,10	166,20
1/4	6,350	20	1,270	5,537	0,186	4,724	0,813	0,174	0,1752	105,12	210,24
5/16	7,938	18	1,411	7,034	0,241	6,130	0,904	0,194	0,2950	177,00	354,00
3/8	9,525	16	1,588	8,508	0,295	7,492	1,017	0,218	0,4405	264,30	528,60
(7/16)	11,113	14	1,814	9,951	0,348	8,789	1,162	0,249	0,6064	363,84	727,68
1/2	12,700	12	2,117	11,344	0,393	9,988	1,356	0,291	0,7831	469,86	939,72
9/16	14,288	12	2,117	12,832	0,456	11,576	1,356	0,291	1,0518	631,14	1262,28
5/8	15,876	11	2,309	14,396	0,509	12,917	1,479	0,317	1,3098	785,88	1571,76
11/16	17,463	11	2,309	15,984	0,571	14,505	1,479	0,317	1,6516	990,96	1981,92
3/4	19,050	10	2,540	17,423	0,633	15,796	1,627	0,349	1,9587	1175,22	2350,44
13/16	20,638	10	2,540	19,011	0,684	17,384	1,627	0,349	2,3722	1423,32	2846,64
7/8	22,225	9	2,822	20,418	0,733	18,611	1,807	0,388	2,7190	1631,40	3262,80
15/16	23,813	9	2,822	22,006	0,795	20,199	1,807	0,388	3,2028	1921,68	3843,36
1	25,400	8	3,175	23,367	0,839	21,334	2,033	0,436	3,5729	2143,74	4287,48
1-1/8	28,575	7	3,629	26,251	0,942	23,927	2,324	0,498	4,4941	2696,46	5392,92
1-1/4	31,750	7	3,629	29,426	1,067	27,102	2,324	0,498	5,7660	3459,60	6919,20
1-3/8	34,925	6	4,233	32,214	1,162	29,503	2,711	0,581	6,8329	4099,74	8199,48
1-1/2	38,100	6	4,233	35,389	1,287	32,678	2,711	0,581	8,3826	5029,56	10059,12
1-5/8	41,275	5	5,080	38,022	1,369	34,769	3,253	0,698	9,4897	5693,82	11387,64
1-3/4	44,450	5	5,080	41,197	1,484	37,944	3,253	0,698	11,3020	6781,20	13562,40
(1 - 7/8)	47,625	4-1/2	5,645	44,010	1,590	40,395	3,615	0,775	12,8093	7685,58	15371,16
2	50,800	4-1/2	5,645	47,185	1,715	43,570	3,615	0,775	14,9020	8941,20	17882,40
2-1/8	53,975	4-1/2	5,645	50,360	1,840	46,745	3,615	0,775	17,1530	10291,80	20583,60
2-1/4	57,150	4	6,350	53,084	1,919	49,018	4,066	0,872	18,8617	11317,02	22634,04
2-3/8	60,325	4	6,350	56,259	2,055	52,193	4,066	0,872	21,3843	12830,58	25661,16
2-1/2	63,500	4	6,350	59,434	2,180	55,368	4,066	0,872	24,0651	14439,06	28878,12
2-5/8	66,675	4	6,350	62,609	2,305	58,543	4,066	0,872	26,8042	16142,52	32285,04
2-3/4	69,850	3-1/2	7,257	65,203	2,384	60,556	4,647	0,997	28,7862	17271,72	34543,44
2-7/8	73,025	3-1/2	7,257	68,378	2,509	63,731	4,647	0,997	31,8839	19130,34	38260,68
3	76,200	3-1/2	7,257	71,553	2,634	66,906	4,647	0,997	35,1398	21083,88	42167,76
3-1/8	79,375	3-1/2	7,257	74,728	2,759	70,081	4,647	0,997	38,5541	23132,46	46264,92
3-1/4	82,550	3-1/4	7,816	77,545	2,856	72,540	5,005	1,073	41,3071	24784,26	49568,52
3-3/8	85,725	3-1/4	7,816	80,720	2,981	75,715	5,005	1,073	45,0022	27001,32	54002,64
3-1/2	88,900	3-1/4	7,816	83,895	3,106	78,890	5,005	1,073	48,8555	29313,30	58626,60
3-5/8	92,075	3-1/4	7,816	87,070	3,231	82,065	5,005	1,073	52,8671	31720,26	63440,52
3-3/4	95,250	3	8,467	89,828	3,323	84,406	5,422	1,163	55,9263	33555,78	67111,56
3-7/8	98,425	3	8,467	93,003	3,448	87,581	5,422	1,163	60,2129	36127,74	72255,48
4	101,600	3	8,467	96,178	3,573	90,756	5,422	1,163	64,6577	38794,62	77589,24
4-1/4	107,950	2-7/8	8,835	102,293	3,804	96,636	5,657	1,213	73,3073	43984,38	87968,76
4-1/2	114,300	2-7/8	8,835	108,643	4,055	102,986	5,657	1,213	83,2580	49954,80	99909,60
4-3/4	120,650	2-3/4	9,237	114,740	4,284	108,825	5,915	1,269	92,9666	55779,96	111559,92
5	127,000	2-3/4	9,237	121,085	4,534	115,170	5,915	1,268	104,1234	62474,04	124948,08
5-1/4	133,350	2-5/8	9,677	127,153	4,762	120,956	6,197	1,329	114,8488	68909,28	137818,56
5-1/2	139,700	2-5/8	9,677	133,503	5,012	127,306	6,197	1,329	127,2235	76334,10	152668,20
5-3/4	146,050	2-1/2	10,160	139,542	5,238	133,036	6,506	1,395	138,9338	83360,28	166720,56
6	152,400	2-1/2	10,160	145,894	5,488	139,388	6,506	1,395	152,5176	91510,56	183021,12



Evitar os valores entre parênteses na tabela ao lado.

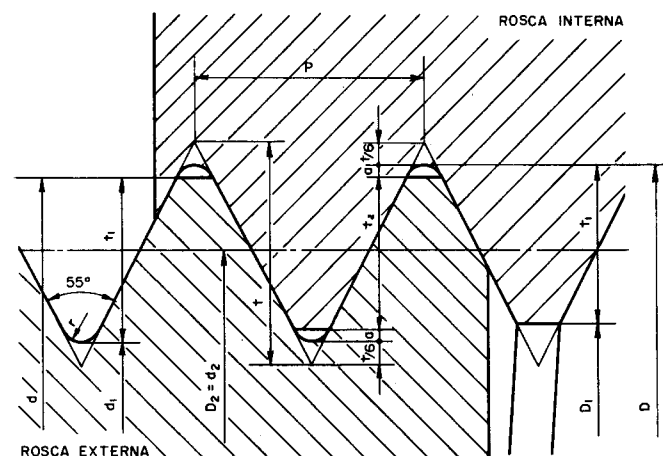
Passo	P	$t/n^\circ$ de filetes por polegada
Altura do triângulo fundamental	t	$0,96049 P$
Altura do filete	$t_1$	$0,64033 P$
Secção do núcleo	S	$0,785 d_1^2$
Raio de arredondamento	r	$0,13733 P$
Diâmetro maior	d	diâmetro nominal
Diâmetro menor	$d_1$	$d - 2 t_1$
Diâmetro efetivo	$d_2$	$d_1 + t_1$

Exemplo: Designação de uma rosca Whitworth normal de 2" de diâmetro nominal: 2"

# ROSCA WHITWORTH COM FOLGA NOS VÉRTICES

(DIN 12)

Diâmetro nominal D		Nº de filetes por polegada	P	Diâmetros				Altura do filete $t_1$	Profundidade de contato $t_2$	Folga nos vértices a	Raio de arredondamento r	Seção do núcleo S
pol	mm			efetivo $d_2$	menor $d_1$ da rosca externa	menor $D_1$ da rosca interna						
			mm	mm	pol	mm	pol	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>
1/16	1,588	60	0,423	1,318	0,044	1,110	0,046	1,172	0,239	0,208	0,031	0,0096
3/32	2,381	48	0,529	2,041	0,070	1,781	0,073	1,871	0,300	0,280	0,039	0,0249
1/8	3,175	40	0,635	2,768	0,097	2,455	0,100	2,549	0,360	0,313	0,047	0,0473
5/32	3,969	32	0,794	3,460	0,121	3,069	0,125	3,187	0,450	0,391	0,059	0,0739
3/16	4,763	24	1,058	4,086	0,140	3,565	0,146	3,721	0,599	0,521	0,078	0,0998
7/32	5,556	24	1,058	4,879	0,172	4,358	0,178	4,514	0,599	0,521	0,078	0,1491
1/4	6,350	20	1,270	5,537	0,193	4,912	0,201	5,100	0,719	0,625	0,094	0,1894
5/16	7,938	18	1,411	7,035	0,250	6,340	0,258	6,548	0,799	0,695	0,104	0,3155
3/8	9,525	16	1,588	8,509	0,304	7,727	0,313	7,961	0,899	0,782	0,117	0,4687
(7/16)	11,113	14	1,814	9,952	0,357	9,059	0,367	9,327	1,027	0,893	0,134	0,6442
1/2	12,700	12	2,117	11,344	0,406	10,302	0,418	10,616	1,199	1,042	0,157	0,8331
9/16	14,288	12	2,117	12,932	0,468	11,890	0,480	12,204	1,199	1,042	0,157	1,1098
5/8	15,875	11	2,309	14,396	0,522	13,259	0,535	13,601	1,308	1,137	0,171	1,3800
11/16	17,463	11	2,309	15,984	0,585	14,847	0,599	15,189	1,308	1,137	0,171	1,7304
3/4	19,050	10	2,540	17,424	0,637	16,174	0,652	16,550	1,438	1,250	0,188	2,0535
13/16	20,638	10	2,540	19,012	0,699	17,762	0,714	18,138	1,438	1,250	0,188	2,4766
7/8	22,225	9	2,822	20,418	0,749	19,029	0,766	19,447	1,598	1,389	0,209	2,8425
15/16	23,813	9	2,822	22,006	0,812	20,617	0,828	21,035	1,598	1,389	0,209	3,3367
1	25,400	8	3,175	23,367	0,858	21,804	0,877	22,274	1,798	1,563	0,235	3,7320
1-1/8	28,575	7	3,629	26,252	0,963	24,465	0,984	25,003	2,055	1,787	0,269	4,6985
1-1/4	31,750	7	3,629	29,427	1,088	27,640	1,109	28,178	2,055	1,787	0,269	5,9972
1-3/8	34,925	6	4,233	32,215	1,186	30,131	1,211	30,747	2,397	2,084	0,313	7,1268
1-1/2	38,100	6	4,233	35,390	1,311	33,306	1,336	33,922	2,397	2,084	0,313	8,7079
1-5/8	41,275	5	5,080	38,022	1,388	33,521	1,428	36,273	2,877	2,501	0,376	9,9047
1-3/4	44,450	5	5,080	41,197	1,523	38,696	1,553	39,448	2,877	2,501	0,376	11,7544
(1-1/8)	47,625	4-1/2	5,644	44,012	1,623	41,233	1,656	42,069	3,196	2,779	0,418	13,3463
2	50,800	4-1/2	5,644	47,187	1,748	44,408	1,781	45,244	3,196	2,779	0,418	15,4807
2-1/8	53,975	4-1/2	5,644	50,362	1,873	47,583	1,906	48,419	3,196	2,779	0,418	17,7735
2-1/4	57,150	4	6,350	53,084	1,967	49,958	2,004	50,898	3,596	3,126	0,470	19,5920
2-3/8	60,325	4	6,350	56,259	2,092	53,133	2,129	54,073	3,596	3,126	0,470	22,1615
2-1/2	63,500	4	6,350	59,434	2,217	56,308	2,253	57,248	3,596	3,126	0,470	24,8891
2-5/8	66,675	4	6,350	62,609	2,342	59,483	2,379	60,423	3,596	3,126	0,470	27,7751
2-3/4	69,850	3-1/2	7,257	65,203	2,426	61,630	2,469	62,704	4,110	3,573	0,537	29,8163
2-7/8	73,025	3-1/2	7,257	68,378	2,551	64,805	2,594	65,879	4,110	3,573	0,537	32,9676
3	76,200	3-1/2	7,257	71,553	2,676	67,980	2,719	69,054	4,110	3,573	0,537	36,2770
3-1/8	79,375	3-1/2	7,257	74,728	2,801	71,155	2,844	72,229	4,110	3,573	0,537	39,7448
3-1/4	82,550	3-1/4	7,816	77,546	2,901	73,698	2,947	74,854	4,426	3,848	0,578	42,6365
3-3/8	85,725	3-1/4	7,816	80,721	3,026	76,873	3,072	78,029	4,426	3,848	0,578	46,3892
3-1/2	88,900	3-1/4	7,816	83,896	3,151	80,048	3,197	81,204	4,426	3,848	0,578	50,3003
3-5/8	92,075	3-1/4	7,816	87,071	3,276	83,223	3,322	84,379	4,426	3,848	0,578	54,3696
3-3/4	95,250	3	8,467	89,828	3,372	85,660	3,422	86,914	4,795	4,168	0,627	57,6004
3-7/8	98,425	3	8,467	93,003	3,497	88,835	3,547	90,089	4,795	4,168	0,627	61,9495
4	101,600	3	8,467	96,178	3,622	92,010	3,672	93,264	4,795	4,168	0,627	66,4568
4-1/4	107,950	2-7/8	8,835	102,293	3,856	97,944	3,908	99,252	5,003	4,349	0,654	75,3053
4-1/2	114,300	2-7/8	8,835	108,643	4,106	104,294	4,158	105,602	5,003	4,349	0,654	85,3863
4-3/4	120,650	2-3/4	9,237	114,735	4,338	110,188	4,392	111,556	5,231	4,547	0,684	95,3100
5	127,000	2-3/4	9,237	121,085	4,588	116,538	4,642	117,906	5,231	4,547	0,684	106,6117
5-1/4	133,350	2-5/8	9,676	127,153	4,818	122,390	4,875	123,822	5,480	4,763	0,716	117,5876
5-1/2	139,700	2-5/8	9,676	133,503	5,068	128,740	5,125	130,172	5,480	4,763	0,716	129,1058
5-3/4	146,050	2-1/2	10,160	139,544	5,297	134,542	5,356	136,046	5,754	5,002	0,752	142,0972
6	152,400	2-1/2	10,160	145,894	5,547	140,892	5,606	142,396	5,754	5,002	0,752	155,8269



Evitar os valores entre parênteses da tabela ao lado.

	ROSCA INTERNA		ROSCA EXTERNA	
Passo	P	1"/nº de filetes por polegada		
Altura do triângulo fundamental	t	0,96049 P		
Altura do filete	t <sub>1</sub>	0,5663 P		
Profundidade de contato	t <sub>2</sub>	0,4923 P		
Folga nos vértices	a	0,074 P		
Raio de arredondamento na raiz	r	0,1373 P		
Secção do núcleo			S	0,785 d <sub>1</sub> <sup>2</sup>
Diâmetro maior	D	Diâmetro nominal	d	D - 2a
Diâmetro menor	D <sub>1</sub>	D - 2 t <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	d - 2 t <sub>1</sub>
Diâmetro efetivo	D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub> + t <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>	d - t <sub>2</sub>



# ROSCA WHITWORTH SÉRIE FINA

SÉRIE FINA Nº 1 (DIN 239)

Diâmetro nominal D	Diâmetros					Seção do núcleo S
	efetivo $d_2$	maior $d_1$ da rosca ext.	maior $d$ da rosca int.	maior $D_1$ da rosca int.	maior $D$ da rosca int.	
mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>
20	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—
24	—	—	—	—	—	—
27	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—
33	—	—	—	—	—	—
36	—	—	—	—	—	—
39	—	—	—	—	—	—
42	—	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	—
48	—	—	—	—	—	—
52	—	—	—	—	—	—
56	51,934	47,868	55,060	48,808	56	18,00
60	55,934	51,868	59,060	52,808	60	21,13
64	59,934	55,868	63,060	56,808	64	24,51
68	63,934	59,868	67,060	60,808	68	28,15
72	67,934	63,868	71,060	64,808	72	32,04
76	71,934	67,868	75,060	68,808	76	36,18
80	75,934	71,868	79,060	72,808	80	40,57
84	79,934	75,868	83,060	76,808	84	45,21
88	83,934	79,868	87,060	80,808	88	50,16
92	87,934	83,868	91,060	84,808	92	55,41
96	91,934	87,868	95,060	88,808	96	60,96
100	95,934	91,868	99,060	92,808	100	66,81
104	100,934	95,868	103,060	96,808	104	72,99
108	104,934	100,868	107,060	100,808	108	79,51
112	108,934	104,868	111,060	104,808	112	86,39
116	112,934	108,868	115,060	108,808	116	93,54
120	116,934	112,868	119,060	112,808	120	101,04
124	120,934	116,868	123,060	116,808	124	108,88
128	124,934	120,868	127,060	120,808	128	117,07
132	128,934	124,868	131,060	124,808	132	125,61
136	132,934	128,868	135,060	128,808	136	134,51
140	136,934	132,868	139,060	132,808	140	143,79
144	140,934	136,868	143,060	136,808	144	153,45
148	144,934	140,868	147,060	140,808	148	163,51
152	148,934	144,868	151,060	144,808	152	173,97
156	152,934	148,868	155,060	148,808	156	184,81
160	156,934	152,868	159,060	152,808	160	196,01
164	160,934	156,868	163,060	156,808	164	207,57
168	164,934	160,868	167,060	160,808	168	219,49
172	168,934	164,868	171,060	164,808	172	231,77
176	172,934	168,868	175,060	168,808	176	244,41
180	176,934	172,868	179,060	172,808	180	257,41
184	180,934	176,868	183,060	176,808	184	270,77
188	184,934	180,868	187,060	180,808	188	284,49
192	188,934	184,868	191,060	184,808	192	298,57
196	192,934	188,868	195,060	188,808	196	312,99
200	196,934	192,868	199,060	192,808	200	327,77
204	200,934	196,868	203,060	196,808	204	342,91
208	204,934	200,868	207,060	200,808	208	358,41
212	208,934	204,868	211,060	204,808	212	374,27
216	212,934	208,868	215,060	208,808	216	390,49
220	216,934	212,868	219,060	212,808	220	407,07
224	220,934	216,868	223,060	216,808	224	423,99
228	224,934	220,868	227,060	220,808	228	441,27
232	228,934	224,868	231,060	224,808	232	458,91
236	232,934	228,868	235,060	228,808	236	476,91
240	236,934	232,868	239,060	232,808	240	495,27
244	240,934	236,868	243,060	236,808	244	513,99
248	244,934	240,868	247,060	240,808	248	533,07
252	248,934	244,868	251,060	244,808	252	552,51
256	252,934	248,868	255,060	248,808	256	572,31
260	256,934	252,868	259,060	252,808	260	592,47
264	260,934	256,868	263,060	256,808	264	612,99
268	264,934	260,868	267,060	260,808	268	633,87
272	268,934	264,868	271,060	264,808	272	655,11
276	272,934	268,868	275,060	268,808	276	676,71
280	276,934	272,868	279,060	272,808	280	698,67
284	280,934	276,868	283,060	276,808	284	720,99
288	284,934	280,868	287,060	280,808	288	743,67
292	288,934	284,868	291,060	284,808	292	766,71
296	292,934	288,868	295,060	288,808	296	790,11
300	296,934	292,868	299,060	292,808	300	813,87
304	300,934	296,868	303,060	296,808	304	838,07
308	304,934	300,868	307,060	300,808	308	862,71
312	308,934	304,868	311,060	304,808	312	887,79
316	312,934	308,868	315,060	308,808	316	913,27
320	316,934	312,868	319,060	312,808	320	939,15
324	320,934	316,868	323,060	316,808	324	965,43
328	324,934	320,868	327,060	320,808	328	992,11
332	328,934	324,868	331,060	324,808	332	1019,19
336	332,934	328,868	335,060	328,808	336	1046,67
340	336,934	332,868	339,060	332,808	340	1074,55
344	340,934	336,868	343,060	336,808	344	1102,83
348	344,934	340,868	347,060	340,808	348	1131,51
352	348,934	344,868	351,060	344,808	352	1160,59
356	352,934	348,868	355,060	348,808	356	1190,07
360	356,934	352,868	359,060	352,808	360	1220,07
364	360,934	356,868	363,060	356,808	364	1250,59
368	364,934	360,868	367,060	360,808	368	1281,67
372	368,934	364,868	371,060	364,808	372	1313,31
376	372,934	368,868	375,060	368,808	376	1345,51
380	376,934	372,868	379,060	372,808	380	1378,27
384	380,934	376,868	383,060	376,808	384	1411,59
388	384,934	380,868	387,060	380,808	388	1445,47
392	388,934	384,868	391,060	384,808	392	1479,91
396	392,934	388,868	395,060	388,808	396	1514,91
400	396,934	392,868	399,060	392,808	400	1550,47
404	400,934	396,868	403,060	396,808	404	1586,59
408	404,934	400,868	407,060	400,808	408	1623,27
412	408,934	404,868	411,060	404,808	412	1660,51
416	412,934	408,868	415,060	408,808	416	1698,31
420	416,934	412,868	419,060	412,808	420	1736,67
424	420,934	416,868	423,060	416,808	424	1775,59
428	424,934	420,868	427,060	420,808	428	1815,07
432	428,934	424,868	431,060	424,808	432	1855,11
436	432,934	428,868	435,060	428,808	436	1895,71
440	436,934	432,868	439,060	432,808	440	1936,91
444	440,934	436,868	443,060	436,808	444	1978,71
448	444,934	440,868	447,060	440,808	448	2021,11
452	448,934	444,868	451,060	444,808	452	2064,11
456	452,934	448,868	455,060	448,808	456	2107,71
460	456,934	452,868	459,060	452,808	460	2151,91
464	460,934	456,868	463,060	456,808	464	2196,71
468	464,934	460,868	467,060	460,808	468	2242,11
472	468,934	464,868	471,060	464,808	472	2288,11
476	472,934	468,868	475,060	468,808	476	2334,71
480	476,934	472,868	479,060	472,808	480	2381,91
484	480,934	476,868	483,060	476,808	484	2429,71
488	484,934	480,868	487,060	480,808	488	2478,11
492	488,934	484,868	491,060	484,808	492	2527,11
496	492,934	488,868	495,060	488,808	496	2576,71
500	496,934	492,868	499,060	492,808	500	2626,91

SÉRIE FINA Nº 2 (DIN 240)

Número de filetes por pol.	Diâmetros					Seção do núcleo S
	efetivo $d_2$	maior $d_1$ da rosca ext.	maior $d$ da rosca int.	maior $D_1$ da rosca int.	maior $D$ da rosca int.	
	mm	mm	mm	mm	mm	
10	18,373	16,746	19,624	17,122	20	2,202
10	20,373	18,746	21,624	19,122	22	2,760
10	22,373	20,746	23,624	21,122	24	3,380
10	25,373	23,746	26,624	24,122	27	4,426
10	28,373	26,746	29,624	27,122	30	5,618
10	31,373	29,746	32,624	30,122	33	6,948
8	33,967	31,834	35,530	32,404	36	8,500
8	36,967	34,834	38,530	35,404	39	9,585
8	39,967	37,834	41,530	38,404	42	11,30
8	42,967	40,834	44,530	41,404	45	13,16
8	45,967	43,834	47,530	44,404	48	15,16
8	48,967	46,834	50,530	47,404	52	18,05
8	52,290	50,580	55,374	51,206	56	20,98
8	57,290	54,580	59,374	55,206	60	23,40
8	61,290	58,580	63,374	59,206	64	26,95
8	65,290	62,580	67,374	63,206	68	30,78
8	69,290	66,580	71,374	67,206	72	34,82
8	73,290	70,580	75,374	71,206	76	39,12
8	77,290	74,580	79,374	75,206	80	43,68
8	81,290	78,580	83,374	79,206	84	48,50
8	86,290	83,580	88,374	84,206	89	54,86
8	91,290	88,580	93,374	89,206	94	61,63
8	96,290	93,580	98,374	94,206	99	68,78
8	101,290	98,580	103,374	99,206	104	76,33
8	106,290	103,580	108,374	104,206	109	84,26
8	111,290	108,580	113,374	109,206	114	92,60
8	116,290	113,580	118,374	114,206	119	101,32
8	121,290	118,580	123,374	119,206	124	110,44
8	126,290	123,580	128,374	124,206	129	119,95
8	131,290	128,580	133,374	129,206	134	129,85
8	136,290	133,580	138,374	134,206	139	140,14
8	141,290	138,580	143,374	139,206	144	150,83
8	146,290	143,580	148,374	144,206	149	161,91
8	151,290	148,580	153,374	149,206	154	173,38
8	156,290	153,580	158,374	154,206	159	185,25
8	161,290	158,580	163,374	159,206	164	197,51
8	166,290	163,580	168,374	164,206	169	210,16
8	171,290	168,580	173,374	169,206	174	223,20
8	176,580	173,580	178,374	174,206	179	236,64
8	181,290	178,580	183,374	179,206	184	250,47
8	186,290	183,580	188,374	184,206	189	264,66
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—				

# ROSCA EDISON

Obs.: Para informações mais completas consultar EB - 42 (ABNT)

## CARACTERÍSTICAS DAS ROSCAS DE CASQUILHOS ROSCADOS EDISON, ANTES DA MONTAGEM

(Dimensões em mm)

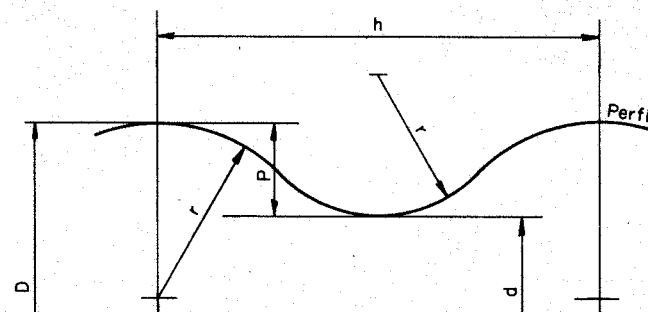
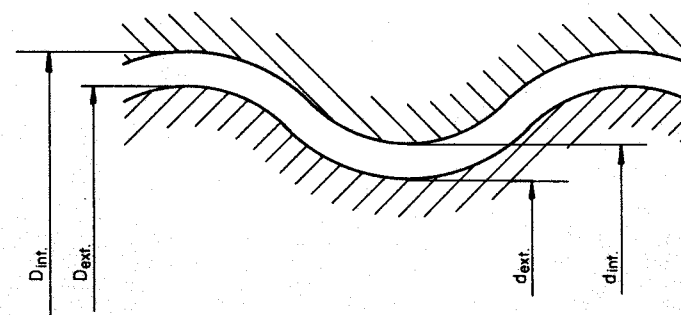
Tipo	Filetes por polegada	Passo h	Profund. da rosca p	Raio r	Diâmetro maior		Diâmetro menor	
					D <sub>máx.</sub>	D <sub>mín.</sub>	d <sub>máx.</sub>	d <sub>mín.</sub>
E-10	14	1,814	0,51	0,533	9,53	9,40	8,51	8,38
E-12	10	2,540	0,64	0,793	11,81	11,68	10,54	10,41
E-17	9	2,822	0,69	0,897	16,54	16,38	15,16	15,01
E-27	7	3,629	0,84	1,194	26,34	26,19	26,66	24,51
E-40	4	6,350	1,27	2,301	39,50	39,24	36,96	36,70

## CARACTERÍSTICAS DAS ROSCAS DE CASQUILHOS ROSCADOS EDISON, ANTES DA MONTAGEM

Tipo	Filetes por polegada	Passo h	Profund. da rosca p	Raio r	Diâmetro maior		Diâmetro menor	
					D <sub>máx.</sub>	D <sub>mín.</sub>	d <sub>máx.</sub>	d <sub>mín.</sub>
E-10	14	1,814	0,51	0,531	9,53	9,36	8,51	8,34
E-14	9	2,822	0,80	0,822	13,89	13,70	12,29	12,10
E-27	7	3,629	1,09	1,025	26,45	26,15	24,26	23,96
E-33	6	4,233	1,30	1,187	33,05	32,65	30,55	30,05
E-40	4	6,350	1,80	1,850	39,50	39,05	35,90	35,45

## CARACTERÍSTICAS DAS ROSCAS DE PEÇAS FEMEAS ROSCADAS EDISON, ANTES DA MONTAGEM

Tipo	Filetes por polegada	Passo h	Profund. da rosca p	Raio r	Diâmetro maior		Diâmetro menor	
					D <sub>máx.</sub>	D <sub>mín.</sub>	d <sub>máx.</sub>	d <sub>mín.</sub>
E-10	14	1,814	0,51	0,531	9,78	9,59	8,76	8,57
E-12	10	2,540	0,64	0,793	12,09	11,94	10,82	10,67
E-14	9	2,822	0,80	0,822	14,16	13,97	12,56	12,37
E-17	9	2,822	0,69	0,897	16,87	16,69	15,49	15,32
E-27	7	3,629	0,90	1,194	27,00	26,54	25,07	24,87
E-33	6	4,233	1,30	1,187	33,55	33,15	30,95	30,55
E-40	4	6,350	1,27	2,301	40,06	39,75	37,52	37,21



Rosca Edison, é uma rosca cilíndrica, direta, de uma entrada, cujo perfil é uma curva contínua formada por uma sucessão de arcos de circunferência de raios iguais e concavidades alternativamente opostas, estando seus centros situados em duas retas paralelas ao eixo do cilindro.

Rosca Edison é a rosca normalmente usada em bases de lâmpadas e fusíveis rosçáveis, bem como nas peças fêmeas rosçadas dos correspondentes porta-lâmpadas e porta-fusíveis.

As roscas Edison são designadas pela letra "E" maiúscula, seguida de um número que indica aproximadamente seu diâmetro em milímetro.

São normalizados sete tamanhos de roscas Edison, a saber: E-10, E-12, E-14, E-17, E-27, E-33 e E-40 (\*).

As dimensões, tolerâncias admissíveis e demais dados relativos aos casquilhos e peças fêmeas rosçadas Edison, antes da montagem, constam das tabelas ao lado.

(\*) São as seguintes as denominações ainda usadas no comércio para os diferentes tamanhos normalizados:

E-40 — Mogul ou Goliath

E-14 — Mignon

E-27 — Média, Normal ou Edison

E-12 — Candelabro

E-17 — Intermediária

E-10 — Miniatura ou Mignonette

# ROSCA TRAPEZOIDAL (MÉTRICA)

ROSCA NORMAL, I ENTRADA (DIN 103)						
Diâmetro menor da rosca externa	Passo	Diâmetro efetivo	Diâmetro menor da rosca externa	Diâmetro menor da rosca int.	Diâmetro maior da rosca int.	Seção do núcleo
d	P	d <sub>2</sub>	externa d <sub>1</sub>	interna D <sub>1</sub>	D	S
mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>
10	3	8,5	8,5	7,5	10,5	0,33
12	3	10,5	10,5	9,5	12,5	0,57
14	4	12	12	10,5	14,5	0,71
16	4	14	14	12,5	16,5	1,04
18	4	16	16	14,5	18,5	1,43
20	4	18	18	16,5	20,5	1,89
22	5	19,5	19,5	18	22,5	2,14
24	5	21,5	21,5	20	24,5	2,69
26	5	23,5	23,5	22	26,5	3,30
28	6	25,5	25,5	24	28,5	3,98
30	6	27	27	25	30,5	4,34
32	6	29	29	26,5	32,5	5,11
34	6	31	31	28,5	34,5	5,94
36	6	33	33	30,5	36,5	6,83
38	7	34,5	34,5	32	38,5	7,31
40	7	36,5	36,5	34	40,5	8,30
42	7	38,5	38,5	36	42,5	9,35
44	7	40,5	40,5	38	44,5	10,46
46	8	42	42	39,5	46,5	11,04
48	8	44	44	41,5	48,5	12,25
50	8	46	46	43,5	50,5	13,53
52	8	48	48	45,5	52,5	14,88
55	9	50,5	50,5	47	55,5	16,28
58	9	53,5	53,5	50	58,5	18,47
60	9	55,5	55,5	52	60,5	20,83
62	10	57,5	57,5	54	62,5	23,33
65	10	60	60	56,5	65,5	25,88
68	10	63	63	59	68,5	28,75
70	10	65	65	61	70,5	31,67
72	10	67	67	63	72,5	33,70
75	10	70	70	66	75,5	37,06
78	10	73	73	69	78,5	39,04
80	10	75	75	71	80,5	42,43
82	10	77	77	73	82,5	44,77
85	12	79	79	75	85,5	47,17
88	12	82	82	78	88,5	50,00
90	12	84	84	80	90,5	52,41
92	12	86	86	82	92,5	54,76
95	12	89	89	85	95,5	57,41
98	12	92	92	88	98,5	60,13
100	12	94	94	90	100,5	62,83
105	12	99	99	95	105,5	68,56
110	12	104	104	100	110,5	74,66
115	14	108	108	104	115,5	82,46
120	14	113	113	109	120,5	90,18
125	14	118	118	114	125,5	97,79
130	14	123	123	119	130,5	105,29
135	14	128	128	124	135,5	112,69
140	14	133	133	129	140,5	119,98
145	14	138	138	134	145,5	126,98
150	14	143	143	139	150,5	133,69
155	16	147	147	143	155,5	140,18
160	16	152	152	148	160,5	146,46
165	16	157	157	153	165,5	152,53
170	16	162	162	158	170,5	158,39
175	16	167	167	163	175,5	164,05
180	16	172	172	168	180,5	169,51
185	18	176	176	172	185,5	174,77
190	18	181	181	177	190,5	179,83
195	18	186	186	182	195,5	184,69
200	18	191	191	187	200,5	189,35
210	20	200	200	196	210,5	203,89
220	20	210	210	206	220,5	218,33
230	20	220	220	216	230,5	232,67
240	22	229	229	225	240,5	246,91
250	22	239	239	235	250,5	261,05
260	22	249	249	245	260,5	275,09
270	24	258	258	254	270,5	289,03
280	24	268	268	264	280,5	302,87
290	24	278	278	274	290,5	316,61
300	26	287	287	283	300,5	330,25
320						
340						
360						
380						
400						
420						
440						
460						
480						
500						
520						
540						
560						
580						
600						
620						
640						

Evitar valores entre parênteses

Designação de uma rosca trapezoidal de uma entrada com diâmetro d = 48 mm e passo P = 12 mm

Tr 48 x 12

ROSCA FINA, I ENTRADA (DIN 378)						
Passo P	Diâmetro efetivo d <sub>2</sub>	Diâmetro menor da rosca		Diâmetro maior da rosca int. D	Seção do núcleo S	
		externa d <sub>1</sub>	interna d <sub>1</sub>			
mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	
2	9	7,5	8,5	10,5	0,442	
2	11	9,5	10,5	12,5	0,709	
2	13	11,5	12,5	14,5	1,04	
2	15	13,5	14,5	16,5	1,43	
2	17	15,5	16,5	18,5	1,89	
2	19	17,5	18,5	20,5	2,41	
3	20,5	18,5	19,5	22,5	2,89	
3	22,5	20,5	21,5	24,5	3,30	
3	24,5	22,5	23,5	26,5	3,98	
3	26,5	24,5	25,5	28,5	4,71	
3	28,5	26,5	27,5	30,5	5,52	
3	30,5	28,5	29,5	32,5	6,38	
3	32,5	30,5	31,5	34,5	7,31	
3	34,5	32,5	33,5	36,5	8,30	
3	36,5	34,5	35,5	38,5	9,35	
3	38,5	36,5	37,5	40,5	10,46	
3	40,5	38,5	39,5	42,5	11,64	
3	42,5	40,5	41,5	44,5	12,88	
3	44,5	42,5	43,5	46,5	14,19	
3	46,5	44,5	45,5	48,5	15,55	
3	48,5	46,5	47,5	50,5	16,98	
3	50,5	48,5	49,5	52,5	18,47	
3	52,5	50,5	51,5	54,5	20,03	
3	54,5	52,5	53,5	56,5	21,67	
3	56,5	54,5	55,5	58,5	23,33	
3	58,5	56,5	57,5	60,5	25,07	
3	60,5	58,5	59,5	62,5	26,88	
4	63	60,5	61,5	65,5	28,75	
4	65	63,5	64,5	68,5	31,67	
4	68	66,5	68,5	70,5	33,70	
4	70	69,5	70,5	72,5	35,76	
4	72	71,5	72,5	74,5	37,84	
4	74	73,5	74,5	76,5	39,94	
4	76	75,5	76,5	78,5	42,03	
4	78	77,5	78,5	80,5	44,17	
4	80	79,5	80,5	82,5	46,33	
4	82	81,5	82,5	84,5	48,51	
4	84	83,5	84,5	86,5	50,71	
4	86	85,5	86,5	88,5	52,93	
4	88	87,5	88,5	90,5	55,17	
4	90	89,5	90,5	92,5	57,41	
4	92	91,5	92,5	94,5	59,67	
4	94	93,5	94,5	96,5	61,93	
4	96	95,5	96,5	98,5	64,21	
4	98	97,5	98,5	100,5	66,51	
4	100	99,5	100,5	102,5	68,83	
4	102	101,5	101,5	104,5	71,17	
4	104	103,5	103,5	106,5	73,53	
4	106	105,5	105,5	108,5	75,91	
4	108	107,5	107,5	110,5	78,31	
4	110	109,5	109,5	112,5	80,73	
4	112	111,5	111,5	114,5	83,17	
4	114	113,5	113,5	116,5	85,63	
4	116	115,5	115,5	118,5	88,11	
4	118	117,5	117,5	120,5	90,61	
4	120	119,5	119,5	122,5	93,13	
4	122	121,5	121,5	124,5	95,67	
4	124	123,5	123,5	126,5	98,23	
4	126	125,5	125,5	128,5	100,81	
4	128	127,5	127,5	130,5	103,41	
4	130	129,5	129,5	132,5	106,03	
4	132	131,5	131,5	134,5	108,67	
4	134	133,5	133,5	136,5	111,33	
4	136	135,5	135,5	138,5	114,01	
4	138	137,5	137,5	140,5	116,71	
4	140	139,5	139,5	142,5	119,43	
4	142	141,5	141,5	144,5	122,17	
4	144	143,5	143,5	146,5	124,93	
4	146	145,5	145,5	148,5	127,71	
4	148	147,5	147,5	150,5	130,51	
4	150	149,5	149,5	152,5	133,33	
4	152	151,5	151,5	154,5	136,17	
4	154	153,5	153,5	156,5	139,03	
4	156	155,5	155,5	158,5	141,91	
4	158	157,5	157,5	160,5	144,81	
4	160	159,5	159,5	162,5	147,73	
4	162	161,5	161,5	164,5	150,67	
4	164	163,5	163,5	166,5	153,63	
4	166	165,5	165,5	168,5	156,61	
4	168	167,5	167,5	170,5	159,61	
4	170	169,5	169,5	172,5	162,63	
4	172	171,5	171,5	174,5	165,67	
4	174	173,5	173,5	176,5	168,73	
4	176	175,5	175,5	178,5	171,81	
4	178	177,5	177,5	180,5	174,91	
4	180	179,5	179,5	182,5	178,03	
4	182	181,5	181,5	184,5	181,17	
4	184	183,5	183,5	186,5	184,33	
4	186	185,5	185,5	188,5	187,51	
4	188	187,5	187,5	190,5	190,71	
4	190	189,5	189,5	192,5	193,93	
4	192	191,5	191,5	194,5	197,17	
4	194	193,5	193,5	196,5	200,43	
4	196	195,5	195,5	198,5	203,71	
4	198	197,5	197,5	200,5	207,01	
4	200	199,5	199,5	202,5	210,29	
4	202	201,5	201,5	204,5	213,59	
4	204	203,5	203,5	206,5	216,89	
4	206	205,5	205,5	208,5	220,19	
4	208	207,5	207,5	210,5	223,49	
4	210	209,5	209,5	212,5	226,79	
4	212	211,5	211,5	214,5	230,09	
4	214	213,5	213,5	216,5	233,39	
4	216	215,5	215,5	218,5	236,69	
4	218	217,5	217,5	220,5	239,99	
4	220	219,5	219,5	222,5	243,29	
4	222	221,5	221,5	224,5	246,59	
4	224	223,5	223,5	226,5	249,89	
4	226	225,5	225,5	228,5	253,19	
4	228	227,5	227,5	230,5	256,49	
4	230	229,5	229,5	232,5	259,79	
4	232	231,5	231,5	234,5	263,09	
4	234	233,5	233,5	236,5	266,39	
4	236	235,5	235,5	238,5	269,69	
4	238	237,5	237,5	240,5	272,99	
4	240	239,5	239,5	242,5	276,29	
4	242	241,5	241,5	244,5	279,59	
4	244	243,5	243,5	246,5	282,89	
4	246	245,5	245,5	248,5	286,19	
4	248	247,5	247,5	250,5	289,49	
4	250	249,5	249,5	252,5	292,79	
4	252	251,5	251,5	254,5	296,09	
4	254	253,5	253,5	256,5	299,39	
4	256	255,5	255,5	258,5	302,69	
4	258	257,5	257,5	260,5	305,99	
4	260	259,5	259,5	262,5	309,29	
4	262	261,5	261,5	264,5	312,59	
4	264	263,5	263,5	266,5	315,89	
4	266	265,5	265,5	268,5	319,19	
4	268	267,5	267,5	270,5	322,49	
4	270	269,5	269,5	272,5	325,79	
4	272	271,5	271,5	274,5	329,09	
4	274	273,5	273,5	276,5	332,39	
4	276	275,5	275,5	278,5	335,69	
4	278	277,5	277,5	280,5	338,99	
4	280	279,5	279,5	282,5	342,29	
4	282	281,5	281,5	284,5	345,59	
4	284	283,5	283,5	286,5	348,89	
4	286	285,5	285,5	288,5	352,19	
4	288	287,5	287,5	290,5	355,49	
4	290	289,5	289,5	292,5	358,79	
4	292	291,5	291,5	294,5	362,09	
4	294	293,5	293,5	296,5	365,39	
4	296	295,5	295,5	298,5	368,69	
4	298	297,5	297,5	300,5	371,99	
4	300	299,5	299,5	302,5	375,29	
4	302	301,5	301,5	304,5	378,59	
4	304	303,5	303,5	306,5	381,89	
4	306	305,5	305,5	308,5	385,19	
4	308	307,5	307,5	310,5	388,49	
4	310	309,5	309,5	312,5	391,79	
4	312	311,5	311,5	314,5	395,09	
4	314	313,5	313,5	316,5	398,39	
4	316	315,5	315,5	318,5	401,69	
4	318	317,5	317,5	320,5	404,99	
4	320	319,5	319,5	322,5	408,29	
4	322	321,5	321,5	324,5	411,59	
4	324	323,5	323,5	326,5	414,89	
4	326	325,5	325,5	328,5	418,19	
4	328	327,5	327,5	330,5	421,49	
4	330	329,5	329,5	332,5	424,79	
4	332	331,5	331,5	334,5	428,09	
4	334	333,5	333,5	336,5	431,39	
4	336	335,5	335,5	338,5	434,69	
4	338	337,5	337,5	340,5	437,99	
4	340	339,5	339,5	342,5	441,29	
4	342	341,5	341,5	344,5	444,59	
4	344	343,5	343,5	346,5	447,89	
4	346	345,5	345,5	348,5	451,19	
4	348	347,5	347,5	350,5	454,49	
4	350	349,5	349,5	352,5	457,79	
4	352	351,5	351,5	354,5	461,09	
4	354	353,5	353,5	356,5	464,39	
4	356	355,5	355,5	358,5	467,69	
4	358	357,5	357,5	360,5	470,99	
4	360	359,5	359,5	362,5	474,29	
4	362	361,5	361,5	364,5	477,59	
4	364	363,5	363,5	366,5	480,89	
4	366	365,5	365,5	368,5	484,19	
4	368	367,5	367,5	370,5	487,49	
4	370	369,5	369,5	372,5	490,79	
4	372	371,5	371,5	374,5	494,09	
4	374	373,5	373,5	376,5	497,39	
4	376	375,5	375,5	378,5	500,69	
4	378	377,5	377,5	380,5	503,99	
4	380	379,5	379,5	382,5	507,29	
4	382	381,5	381,5	384,5	510,59	
4	384	383,5	383,5	386,5	513,89	
4	386	385,5	385,5	388,5	517,19	
4	388	387,5	387,5	390,5	520,49	
4	390	389,5	389,5	392,5	523,79	
4	392	391,5	391,5	394,5	527,09	
4	394	393,5	393,5	396,5	530,39	
4	396	395,5	395,5	398,5	533,69	
4	398	397,5	397,5	400,5	536,99	
4	400	399,5	399,5	402,5	540,29	
4	402	401,5	401,5	404,5	543,59	
4	404	403,5	403,5	406,5	546,89	
4	406	405,5	405,5	408,5	550,19	
4	408	407,5	407,5	410,5	553,49	
4	410	409,5	409,5	412,5	556,79	
4	412	411,5	411,5	414,5	560,09	
4	414	413,5	413,5	416,5	563,39	
4	416	415,5	415,5	418,5	566,69	
4	418	417,5	417,5	420,5	569,99	
4	420	419,5	419,5	422,5	573,29	
4	422	421,5	421,5	424,5	576,59	
4	424	423,5	423,5	426,5	579,89	
4	426	425,5	425,5	428,5	583,19	
4	428	427,5	427,5	430,5	586,49	

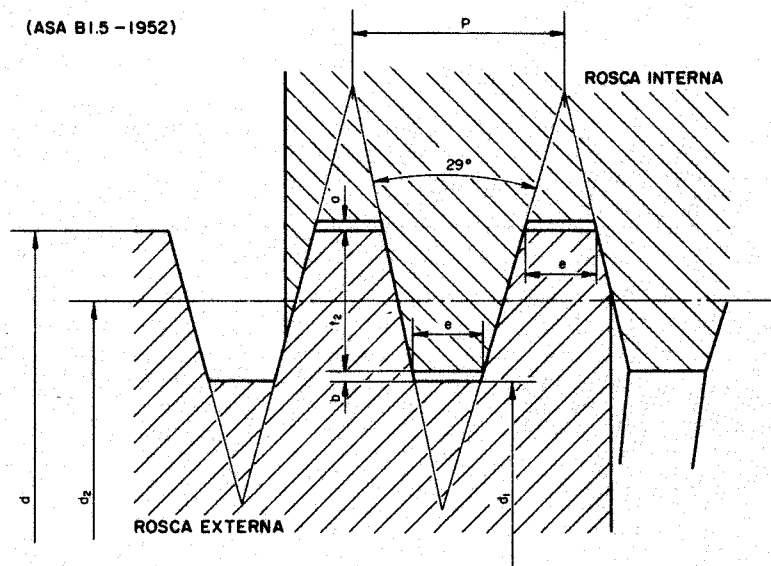
# ROSCA DENTE DE SERRA (MÉTRICA)

ROSCA NORMAL, I ENTRADA (DIN 513)						ROSCA FINA, I ENTRADA (DIN 514)						ROSCA GROSSA, I ENTRADA (DIN 515)					
Diâmetro da rosca D	Passo	Diâmetro efetivo d <sub>2</sub>	Diâmetro menor da rosca		Seção do núcleo S	Passo	Diâmetro efetivo d <sub>2</sub>	Diâmetro menor da rosca		Seção do núcleo S	Passo	Diâmetro efetivo d <sub>2</sub>	Diâmetro menor da rosca		Seção do núcleo S		
P	d <sub>2</sub>	externa d <sub>1</sub>	interna D <sub>1</sub>	S	P	d <sub>2</sub>	externa d <sub>1</sub>	interna D <sub>1</sub>	S	P	d <sub>2</sub>	externa d <sub>1</sub>	interna D <sub>1</sub>	S			
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		
10	—	—	—	—	2	8,636	6,528	7	0,335	—	—	—	—	—	—		
12	—	—	—	—	2	10,636	8,528	9	0,571	—	—	—	—	—	—		
14	—	—	—	—	2	12,636	10,528	11	0,871	—	—	—	—	—	—		
16	—	—	—	—	2	14,636	12,528	13	1,23	—	—	—	—	—	—		
18	—	—	—	—	2	16,636	14,528	15	1,66	—	—	—	—	—	—		
20	—	—	—	—	2	18,636	16,528	17	2,15	—	—	—	—	—	—		
22	5	18,590	13,322	14,5	1,39	3	19,954	16,794	17,5	2,22	8	16,545	8,116	10	0,517		
24	5	20,590	15,322	16,5	1,84	3	21,954	18,794	19,5	2,77	8	18,545	10,116	12	0,804		
26	5	22,590	17,322	18,5	2,36	3	23,954	20,794	21,5	3,40	8	20,545	12,116	14	1,15		
28	5	24,590	19,322	20,5	2,93	3	25,954	22,794	23,5	4,08	8	22,545	14,116	16	1,56		
30	6	19,588	16,588	23	3,01	3	27,954	24,794	25,5	4,83	10	23,181	12,644	15	1,26		
32	6	21,588	18,588	25	3,70	3	29,954	26,794	27,5	5,64	10	25,181	14,644	17	1,68		
(34)	6	23,909	20,588	27	4,37	3	31,954	28,794	29,5	6,51	10	27,181	16,644	19	2,18		
36	6	31,909	28,588	27	5,14	3	33,954	30,794	31,5	7,45	10	29,181	18,644	21	2,73		
38	7	32,227	28,852	27,5	5,25	3	35,954	32,794	33,5	8,45	10	31,181	20,644	23	3,32		
(40)	7	34,227	30,852	29,5	6,09	3	37,954	34,794	35,5	9,51	12	31,817	19,174	24	2,89		
(42)	7	37,227	33,852	31,5	7,00	3	39,954	36,794	37,5	10,63	12	33,817	21,174	24	3,52		
44	7	39,227	31,852	33,5	7,97	3	41,954	38,794	39,5	11,82	12	35,817	23,174	26	4,22		
(46)	8	40,545	32,116	34	8,11	3	43,954	40,794	41,5	13,07	12	37,817	25,174	28	4,98		
48	8	42,545	34,116	36	9,14	3	45,954	42,794	43,5	14,38	12	39,817	27,174	30	5,68		
50	8	44,545	36,116	38	10,24	3	47,954	44,794	45,5	15,78	12	41,817	29,174	32	6,48		
52	8	46,545	38,116	40	11,41	3	49,954	46,794	47,5	17,20	12	43,817	31,174	34	7,63		
55	9	48,893	39,380	41,5	12,18	3	52,954	49,794	50,5	19,47	14	45,453	33,702	34	7,40		
(58)	9	51,893	42,380	44,5	14,11	3	55,954	52,794	53,5	21,89	14	48,453	35,702	37	8,92		
60	9	53,893	44,380	46,5	15,47	3	57,954	54,794	55,5	23,58	14	50,453	37,702	39	10,01		
(62)	9	55,893	46,380	48,5	16,89	3	59,954	56,794	57,5	25,58	14	52,453	39,702	41	11,16		
65	10	58,181	47,644	50	17,09	4	62,272	58,058	59	28,47	16	54,089	37,232	41	10,89		
(68)	10	61,181	50,644	53	20,14	4	65,272	61,058	62	29,28	16	57,089	40,232	44	12,71		
70	10	63,181	52,644	55	21,77	4	67,272	63,058	64	31,23	16	59,089	42,232	46	14,01		
72	10	65,181	54,644	57	23,45	4	69,272	65,058	66	33,24	16	61,089	44,232	48	15,37		
(75)	10	68,181	57,644	60	26,10	4	72,272	68,058	69	36,38	16	64,089	47,232	51	17,21		
(78)	10	71,181	60,644	63	28,88	4	75,272	71,058	72	39,66	16	67,089	50,232	54	19,82		
80	10	73,181	62,644	65	30,82	4	77,272	73,058	74	41,82	16	69,089	52,232	56	21,43		
(82)	10	75,181	64,644	67	32,82	4	79,272	75,058	76	44,25	16	71,089	54,232	58	23,10		
85	12	76,817	64,174	67	32,35	4	82,272	78,058	79	47,85	18	72,726	53,760	58	22,70		
(88)	12	79,817	67,174	70	35,44	4	85,272	81,058	82	51,80	18	75,726	56,760	61	25,30		
90	12	81,817	69,174	72	37,58	4	87,272	83,058	84	54,18	18	77,726	58,760	63	27,12		
(92)	12	83,817	71,174	74	39,79	4	89,272	85,058	86	56,82	18	79,726	60,760	65	29,00		
95	12	86,817	74,174	77	43,21	4	92,272	88,058	89	60,90	18	82,726	63,760	68	31,93		
(98)	12	89,817	77,174	80	46,78	4	95,272	91,058	92	65,12	18	85,726	66,760	71	35,00		
100	12	91,817	79,174	82	49,23	4	97,272	93,058	94	68,01	20	88,362	69,290	73	38,48		
(105)	12	96,817	84,174	87	55,65	4	102,272	98,058	99	75,52	20	91,362	70,290	75	41,90		
110	12	101,817	89,174	92	62,46	4	107,272	103,058	104	83,42	20	96,362	75,290	80	44,52		
(115)	14	105,453	90,702	94	64,61	4	110,909	104,586	106	85,91	22	99,998	78,818	82	46,35		
120	14	110,453	95,702	99	71,93	4	115,909	109,586	111	94,32	22	104,998	81,818	87	52,58		
(125)	14	115,453	100,702	104	79,65	4	120,909	114,586	116	103,12	22	109,998	86,818	92	59,20		
130	14	120,453	105,702	109	87,75	4	125,909	119,586	122	112,32	22	114,998	91,818	97	66,21		
(135)	14	125,453	110,702	114	96,25	4	130,909	124,586	126	121,81	24	119,998	96,818	99	68,44		
140	14	130,453	115,702	119	105,14	6	135,909	129,586	131	131,89	24	124,998	101,818	104	75,97		
(145)	14	135,453	120,702	124	114,42	6	140,909	134,586	136	142,26	24	129,998	106,818	109	83,89		
150	16	139,089	122,232	126	117,34	6	145,909	139,586	141	153,03	24	134,998	111,818	114	92,20		
(155)	16	144,089	127,232	131	127,14	6	150,909	144,586	146	164,19	24	139,998	116,818	119	100,81		
160	16	149,089	132,232	136	137,33	6	155,909	149,586	151	175,74	28	144,998	121,818	124	109,82		
(165)	16	154,089	137,232	141	147,91	6	160,909	154,586	156	187,69	28	149,998	126,818	129	119,02		
170	16	159,089	142,232	146	158,89	6	165,909	159,586	161	200,02	28	154,998	131,818	134	128,42		
(175)	16	164,089	147,232	151	170,25	6	170,909	164,586	166	212,75	28	159,998	136,818	139	138,00		
180	18	167,726	146,760	153	173,81	8	174,545	166,116	168	216,73	28	160,907	131,404	138	135,62		
(185)	18	172,726	151,760	158	185,89	8	179,545	171,116	173	231,81	32	165,907	136,404	143	145,62		
190	18	177,726	156,760	163	197,96	8	184,545	176,116	178	243,81	32	168,179	134,462	142	142,00		
(195)	18	182,726	161,760	168	210,62	8	189,545	181,116	183	257,83	32	173,179	139,462	147	152,76		
200	18	187,726	166,760	173	223,68	8	194,545	186,116	188	272,06	32	178,179	144,462	152	163,91		
210	20	196,362	175,390	180	241,33	8	204,545	196,116	198	302,08	36	185,451	147,320	156	170,92		
220	20	206,362	185,390	180	269,65	8	214,545	206,116	208	327,87	36	195,451	157,320	166	194,88		
230	22	216,362	195,390	204	290,55	8	224,545	216,116	218	358,83	36	205,451	167,320	176	220,41		
240	22	224,998	201,818	207	318,90	8	234,545	226,116	228	401,56	36	215,451	177,320	186	247,51		
250	22	234,998	211,818	217	352,38	12	241,817	229,174	232	412,50	40	222,424	180,378	190	256,11		
260	22	244,998	221,818	227	386,44	12	251,817	239,174	242	449,28	40	232,724	190,378	200	285,26		
270	24	253,634	228,348	234	409,53	12	261,817	249,174	252	487,64	40	242,724	200,378	210	315,98		
280	24	263,634	238,348	244	446,16	12	271,817	259,174	262	526,00	40	252,724	210,378	220	347,72		
290	24	273,634	248,348	254	484,41	12	281,817	269,174	272	569,06	44	259,996	213,636	2244			

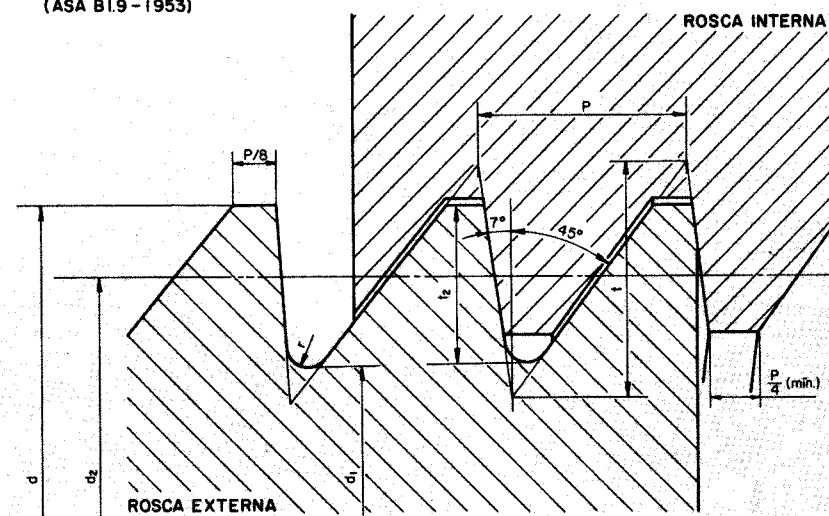
# ROSCA ACME

# ROSCA DENTE DE SERRA

(ASA B1.5 - 1952)



(ASA B1.9 - 1953)



Diâmetro d	Número de filetes por polegada	Diâmetro primitivo d <sub>2</sub>	
		(A)	(B)
pol		pol	pol
1/4	16	0,2188	
5/16	14	0,2768	
3/8	12	0,3333	
7/16	12	0,3958	
1/2	10	0,45	0,4323
5/8	8	0,5625	0,5427
3/4	6	0,6667	0,6451
7/8	6	0,7917	0,7683
1	5	0,9	0,8750
1 1/8	5	1,025	0,9885
1 1/4	5	1,15	1,1220
1 3/8	4	1,25	1,2207
1 1/2	4	1,375	1,3444
1 3/4	4	1,625	1,5919
2	4	1,875	1,8396
2 1/4	3	2,0833	2,0458
2 1/2	3	2,3333	2,294
2 3/4	3	2,5833	2,542
3	2	2,7500	2,7500
4	2	3,7500	3,7500
5	2	4,7500	4,7500

OBSERVAÇÕES:  $t_2 = 0,5 P$   $e = 0,3707$

As folgas  $a$  e  $b$  são definidas nas tolerâncias.

Existem: — três classes para aplicação geral.

— três classes para aplicação com maior centralização.

— duas classes para uso de perfis normalizados e com maior centralização.

Tipo de rosca	Classe de rosca				
Aplicação geral	2 G	3 G	4 G		
Centralizante	2 C	3 C	4 C	5 C	6 C

A tabela ao lado fornece para os diferentes diâmetros nominais os diâmetros primitivos para as roscas de aplicação geral e centralizante classe 2 e 3 (linha A) e para as roscas centralizantes classes 5 e 6 (linha B).

Arredondamento no fundo da rosca do parafuso.

Para as classes 3 e 4 é facultativo:  $r_{máx} = 0,1 P$

Para as classes 5 e 6:  $0,07 P < r < 0,10 P$

OBSERVAÇÕES:

$t = 0,890643 P$

$t_2 = 0,667982 P$

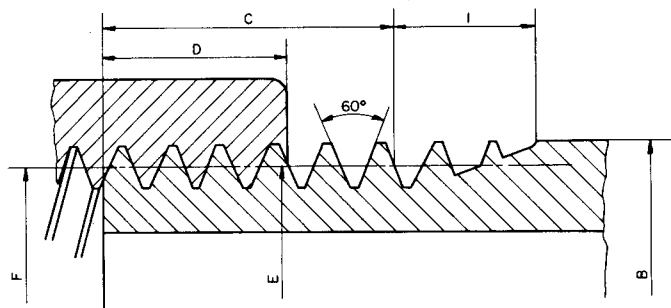
$r_{máx} = 0,0962 P$

Série sugerida

Diâmetro	Número de filetes por polegada
1 a 2 1/2	20, 16, 12, 10, 8, 6
2 1/2 a 4	20, 16, 12, 10, 8, 6, 5
4 a 6	16, 12, 10, 8, 6, 5, 4
6 a 10	12, 10, 8, 6, 5, 4, 3, 2 1/2
10 a 16	8, 6, 5, 4, 3, 2 1/2, 2, 1 1/2
16 a 24	6, 5, 4, 3, 2 1/2, 2, 1 1/2, 1 1/4, 1

# ROSCAS PARA TUBOS

ROSCA CÔNICA "AMERICAN STANDARD" (ASA B2.1)

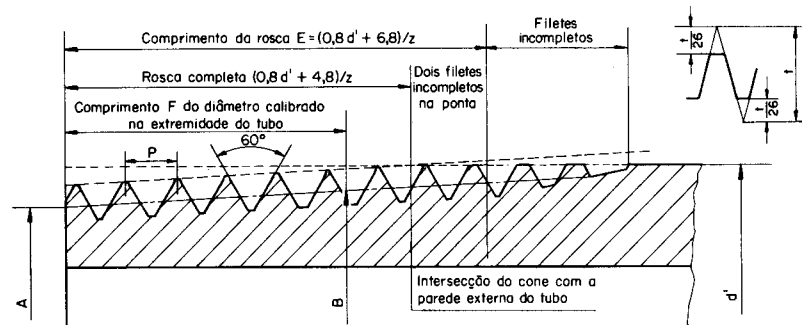


A conicidade da rosca, no diâmetro, é  $\frac{3}{4}$ " por pé (6,25%).

Medidas em polegada

Dimensão nominal do tubo	Diâmetro externo do tubo	Número de filetes por polegada	Diâmetro efetivo		Comprimento efetivo da rosca	Comprimento de encaixe normal a mão	Filetes imperfeitos	Profundidade da rosca (máx.)
			No extremidade da rosca externa	No extremidade da rosca interna				
	B		F	E	C	D	I	K
1/16	0,3125	27	0,27118	0,28118	0,2611	0,160	0,1285	0,02963
1/8	0,405	27	0,36351	0,37476	0,2639	0,180	0,1285	0,02963
1/4	0,540	18	0,47739	0,48989	0,4018	0,200	0,1928	0,04444
3/8	0,675	18	0,61201	0,62701	0,4078	0,240	0,1928	0,04444
1/2	0,840	14	0,75843	0,77843	0,5337	0,320	0,2478	0,05714
3/4	1,050	14	0,98768	0,98887	0,5457	0,339	0,2478	0,05714
1	1,315	11 1/2	1,21363	1,23863	0,6828	0,400	0,3017	0,06957
1 1/4	1,660	11 1/2	1,55713	1,58338	0,7088	0,420	0,3017	0,06957
1 1/2	1,900	11 1/2	1,79609	1,82234	0,7235	0,420	0,3017	0,06957
2	2,375	11 1/2	2,26902	2,29627	0,7565	0,436	0,3017	0,06957
2 1/2	2,875	8	2,71953	2,76216	1,1375	0,682	0,4337	0,10000
3	3,500	8	3,34062	3,38850	1,2000	0,766	0,4337	0,10000
3 1/2	4,000	8	3,83750	3,88881	1,2500	0,821	0,4337	0,10000
4	4,500	8	4,33438	4,38712	1,3000	0,844	0,4337	0,10000
5	5,563	8	5,39073	5,44929	1,4063	0,937	0,4337	0,10000
6	6,625	8	6,44609	6,50597	1,5125	0,958	0,4337	0,10000
8	8,625	8	8,43359	8,50003	1,7125	1,063	0,4337	0,10000
10	10,750	8	10,54531	10,62094	1,9250	1,210	0,4337	0,10000
12	12,750	8	12,53281	12,61781	2,1250	1,360	0,4337	0,10000
14 OD	14,000	8	13,77500	13,87262	2,2500	1,562	0,4337	0,10000
16 OD	16,000	8	15,76250	15,87575	2,4500	1,812	0,4337	0,10000
18 OD	18,000	8	17,75000	17,87500	2,6500	2,000	0,4337	0,10000
20 OD	20,000	8	19,73750	19,87031	2,8500	2,125	0,4337	0,10000
24 OD	24,000	8	23,71250	23,86094	3,2500	2,375	0,4337	0,10000

ROSCA AMERICANA "AMERICAN STANDARD TAPER PIPE" (ASTP)



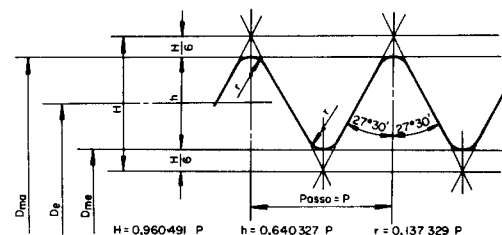
O truncamento dos filetes é paralelo ao eixo. Conicidade 1:16 (semi-ângulo do cone 1°47'22").  $z = n^2$  de filetes.

Diâmetro nominal	Número de filetes por polegada	Passo	Diâmetro externo	Diâmetro efetivo		Comprimento roscado	Comprimento de empalme
				B	A		
pol	mm		mm	mm	mm	mm	mm
1/8	3	27	0,9408	10,287	9,519	9,233	4,572
1/4	6	18	1,4112	13,716	12,443	12,126	5,080
3/8	10	18	1,4112	17,145	15,926	15,545	6,096
1/2	13	14	1,8144	21,336	19,772	19,264	8,128
3/4	19	14	1,8144	26,670	25,117	24,579	8,611
1	25	11 1/2	2,2088	33,401	31,461	30,826	10,160
1 1/4	32	11 1/2	2,2088	42,164	40,218	39,551	10,668
1 1/2	38	11 1/2	2,2088	48,260	46,287	45,621	10,668
2	50	11 1/2	2,2088	60,325	58,325	57,633	11,075
2 1/2	64	8	3,1751	73,025	70,159	69,076	17,323
3	76	8	3,1751	88,900	86,068	84,852	19,456
3 1/2	90	8	3,1751	101,600	98,776	97,473	20,853
4	100	8	3,1751	114,300	111,433	110,093	21,438
4 1/2	113	8	3,1751	127,000	124,103	122,714	22,225
5	125	8	3,1751	141,300	138,412	136,925	23,800
6	150	8	3,1751	168,275	165,252	163,731	24,333
7	175	8	3,1751	193,675	190,580	188,972	25,400
8	200	7	3,1751	219,075	215,901	214,214	27,000
9	225	8	3,1751	244,475	241,249	239,455	28,702
10	250	8	3,1751	273,050	269,772	267,815	30,734
11	275	8	3,1751	298,450	295,133	293,093	32,639
12	300	8	3,1751	323,851	320,493	318,334	34,544
14	350	8	3,1751	355,600	352,365	349,886	39,675
15	375	8	3,1751	381,001	377,805	375,127	42,850
16	400	8	3,1751	406,401	403,245	400,368	46,025
17	425	8	3,1751	431,801	428,626	425,609	48,260
18	450	8	3,1751	457,201	454,026	450,851	50,800
20	500	8	3,1751	508,001	504,707	501,333	53,975
22	550	8	3,1751	558,810	555,388	551,816	57,150
24	600	8	3,1751	609,601	606,069	602,299	60,325
26	650	8	3,1751	660,401	656,750	652,781	63,500
28	700	8	3,1751	711,201	707,431	703,264	66,675
30	750	8	3,1751	762,001	758,112	753,764	69,850

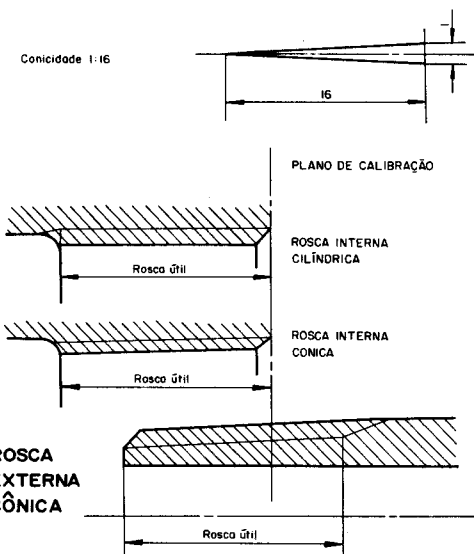
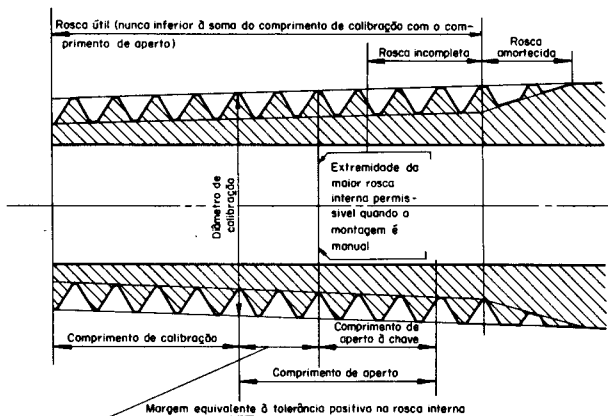
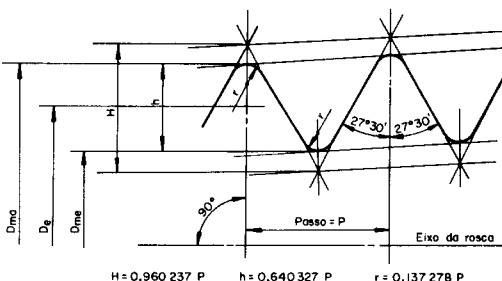
# ROSCA WHITWORTH GÁS

Para informações mais completas consultar PB-14 e P-NB-202 (ABNT)

## ROSCA PARALELA



## ROSCA CÔNICA



Estas roscas são designadas nos projetos, "Roscas Whitworth Gás", com as iniciais RWG.

1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Diâmetro nominal do tubo		Nº de filetes por polegada	Passo P	Altura do filete de rosca	Diâmetros básicos no plano de calibração			Comprimento de calibração Distância entre o plano de calibração e a ponta da rosca				Posição do plano de de calibr. rosca interna		Comprimento mínimo da rosca útil na extremidade do tubo			Comprimento de aperto		Comprimento de aperto a chave		Tolerância da rosca paralela (±)	
					Diâm. maior de calibr.	Diâmetro efetivo	Diâmetro menor	Básico	Tolerância (±)		Máximo	Mínimo	Tolerância (±)	p/ compr. de calibr. básico	p/ compr. de calibr. máx.	p/ compr. de calibr. mín.						
mm	(*)		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	passos	mm	mm	mm	passos	mm	mm	mm	mm	passos	mm	passos	mm
6	(1/8)	28	0,907	0,581	9,728	9,147	8,566	4,0	0,9	1	4,9	3,1	1,1	1 1/4	6,5	7,4	5,8	2,5	2 3/4	1,4	1 1/2	0,071
8	(1/4)	19	1,337	0,858	13,157	12,301	11,445	6,0	1,3	1	7,3	4,7	1,7	1 1/4	9,7	11,0	8,4	3,7	2 3/4	2,0	1 1/2	0,104
10	(3/8)	19	1,337	0,858	16,682	15,806	14,950	6,4	1,3	1	7,7	5,1	1,7	1 1/4	10,1	11,4	8,8	3,7	2 3/4	2,0	1 1/2	0,104
15	(1/2)	14	1,814	1,162	20,955	19,793	18,631	8,2	1,8	1	10,0	6,4	2,3	1 1/4	13,2	15,0	11,4	5,0	2 3/4	2,7	1 1/2	0,142
20	(3/4)	14	1,814	1,162	26,441	25,279	24,117	9,5	1,8	1	11,3	7,7	2,3	1 1/4	14,5	16,3	12,7	5,0	2 3/4	2,7	1 1/2	0,142
25	(1)	11	2,309	1,479	33,249	31,770	30,291	10,4	2,3	1	12,7	8,1	2,9	1 1/4	16,8	19,1	14,5	6,4	2 3/4	3,5	1 1/2	0,180
32	(1 1/4)	11	2,309	1,479	41,910	40,431	38,952	12,7	2,3	1	15,0	10,4	2,9	1 1/4	19,1	21,4	16,8	6,4	2 3/4	3,5	1 1/2	0,180
40	(1 1/2)	11	2,309	1,479	47,803	46,324	44,845	12,7	2,3	1	15,0	10,4	2,9	1 1/4	19,1	21,4	16,8	6,4	2 3/4	3,5	1 1/2	0,180
50	(2)	11	2,309	1,479	59,614	58,135	56,656	15,9	2,3	1	18,2	13,6	2,9	1 1/4	23,4	25,7	21,1	7,5	3 1/4	4,6	2	0,180
65	(2 1/2)	11	2,309	1,479	75,184	73,705	72,226	17,5	3,5	1 1/2	21,0	14,0	3,5	1 1/2	28,7	30,2	23,2	9,2	4	5,8	2 1/2	0,216
80	(3)	11	2,309	1,479	87,884	86,405	84,926	20,6	3,5	1 1/2	24,1	17,1	3,5	1 1/2	29,8	33,3	26,3	9,2	4	5,8	2 1/2	0,216
90	(3 1/2)	11	2,309	1,479	100,330	98,851	97,372	22,2	3,5	1 1/2	26,7	18,7	3,5	1 1/2	31,4	34,9	27,9	9,2	4	5,8	2 1/2	0,216
100	(4)	11	2,309	1,479	113,030	111,551	110,072	25,4	3,5	1 1/2	28,9	21,9	3,5	1 1/2	35,8	39,3	32,3	10,4	4 1/2	8,9	3	0,216
125	(5)	11	2,309	1,479	138,430	136,951	135,472	28,6	3,5	1 1/2	32,1	25,1	3,5	1 1/2	40,1	43,6	36,6	11,5	5	8,1	3 1/2	0,216
150	(6)	11	2,309	1,479	163,830	162,351	160,872	28,6	3,5	1 1/2	32,1	25,1	3,5	1 1/2	40,1	43,6	36,6	11,5	5	8,1	3 1/2	0,216

### OBSERVAÇÕES:

(1) Estes valores (em mm) servem para denominar os tubos e se referem aproximadamente ao diâmetro interno do tubo

(\*) Os valores desta coluna correspondem à denominação do tubo no sistema inglês e deverão ser retirados da tabela em futuras revisões.

(2) Para o acoplamento de rosca cilíndrica deverão ser aplicadas as tolerâncias diametrais equivalentes às tolerâncias de comprimentos dados nas colunas 13 e 14 (1/16 dos comprimentos de tolerâncias da coluna 13).

(3) As roscas internas terão margens para acoplamento de tubos roscados até os valores dados na coluna 16 e o mínimo comprimento da rosca útil não deverá ser menor do que 80% dos valores da coluna.



# TERMINOLOGIA DE PARAFUSOS, PORCAS E ACESSÓRIOS

## FORMAS DE CABEÇA DE PARAFUSOS

	sextavado
	sextavado com rebaixo
	sextavado com ressalto
	quadrada
	quadrada com ressalto
	triangular
	retangular
	redonda
	abaulada
	abaulada com pescoço quadrado
	cilíndrica
	cilíndrica - abaulada
	escareado
	escareado-abaulada

## FORMAS DE CORPO DE PARAFUSOS

	com a parte rosçada de diâm. igual ao da não rosçada
	com a parte rosçada de diâm. maior que o da não rosçada

## EXTREMIDADES DE PARAFUSOS

	plana
	arredondada
	plana com chanfro
	ponta cônica
	ponta com furo de centro
	ponta cilíndrica curta
	ponta cilíndrica longa
	ponta para contrapino
	ponta cilíndrica arredondada
	ponta cilíndrica tronco-cônica

## DISPOSITIVOS DE ATARRAXAR

	sextavado
	quadrado
	triangular
	sextavado interno
	fenda
	fenda cruzada
	borboleta
	recartilhado

## DIMENSÕES

	diâmetro da rosca
	comprimento do corpo
	altura da cabeça
	distância entre faces paralelas
	dimensão p/ a abertura da chave
	distância entre vértices opostos
	raio de concordância entre cabeça e corpo
	ângulo do chanfro da cabeça
	diâmetro do rebaixo
	altura do rebaixo
	diâm. da parte não rosçada
	comprimento da rosca
	compr. da rosca amortecida
	compr. da parte não rosçada
	compr. da ponta abaulada
	raio de abaulamento da ponta
	compr. da ponta chanfrada
	ângulo do chanfro da ponta

	abertura do sextavado interno
	profundidade do sextav. interno
	diâmetro da cabeça
	altura da parte cilíndrica da cabeça escareada
	largura da fenda
	profundidade da fenda
	abertura da fenda cruzada
	largura da fenda cruzada
	profundidade da fenda cruzada
	ângulo do escareado
	altura do abaulamento da cabeça
	raio de abaulamento da cabeça
	compr. da ponta tronco-cônica
	ângulo da ponta tronco-cônica
	diâmetro da ponta tronco-cônica
	diâmetro da ponta cilíndrica
	compr. da ponta cilíndrica
	diâmetro do furo de centro
	ângulo do furo de centro

## TIPOS DE PARAFUSOS

### Parafusos de cabeça sextavada

	parafuso sextavado
	parafuso sextavado com rosca total
	parafuso sextavado com porca
	parafuso sextavado de ajuste com gola
	parafuso sextavado com ponta cilíndrica e gola
	parafuso sextavado com ponta cilíndrica e tronco-cônica

### Parafusos com sextavado interno

	parafuso de cabeça cilíndrica com sextavado interno
	parafuso de cabeça escareado com sextavado interno

### Parafusos de cabeça quadrada

	parafuso de cabeça quadrada
	parafuso de cabeça quadrada com ressalto
	parafuso de cabeça quadrada com ressalto e ponta de pino curto abaulada

### Parafusos de cabeça triangular



	parafuso de cabeça triangular com ressalto
--	--

### Parafusos de cabeça retangular




	parafuso de cabeça retangular
	parafuso de cabeça retangular e pescoço quadrado
	parafuso de cabeça retangular e unha dupla









### Parafusos de cabeça arredondada

	parafuso de cabeça abaulada e pescoço quadrado
	parafuso de cabeça redonda e unha





### Parafusos de cabeça escareada

	parafuso de cabeça escareada e pescoço quadrado
	parafuso de cabeça escareada e unha
	parafuso de cabeça tronco-cônica







### Parafusos de cabeça com fenda

	parafuso de cabeça cilíndrica com fenda
	parafuso de cabeça redonda com fenda
	parafuso de cabeça cilíndrica-abaulada com fenda
	parafuso de cabeça escareada com fenda
	parafuso de cabeça escareada-abaulada com fenda
	parafuso de cabeça escareada com fenda interna





### Parafusos de cabeça com fenda cruzada

	parafuso de cabeça painel com fenda cruzada
	parafuso de cabeça redonda com fenda cruzada
	parafuso de cabeça escareada com fenda cruzada
	parafuso de cabeça escareada-abaulada com fenda cruzada



### Parafusos de tipos diversos

	parafuso borboleta
	parafuso com alhal
	parafuso argola
	parafuso de cabeça recartilhada
	parafuso de ancoragem em pedra
	parafuso especial de fundação



### Parafusos de tipo bujão roscado

	bujão de cabeça sextavada com ressalto
	bujão de sextavado interno com ressalto
	bujão cônico com sextavado interno
	bujão cônico de cabeça sextavada



### Parafusos prisioneiros

	parafuso prisioneiro
	parafuso prisioneiro com entalhe









### Parafusos sem cabeça

	parafuso sem cabeça com fenda
	parafuso sem cabeça com sextavado interno


### Parafusos sem cabeça, com rosca total

	parafuso sem cabeça, com rosca total e fenda
	parafuso sem cabeça, com rosca total e sextavado interno

### Parafusos auto-atarrachantes



	parafuso auto-atarrachante de cabeça sextavada
	parafuso auto-atarrachante de cabeça hexagonal com fenda
	parafuso auto-atarrachante de cabeça hexagonal com fenda
	parafuso auto-atarrachante de cabeça escareada com fenda
	parafuso auto-atarrachante de cabeça escareada-abaulada com fenda
	parafuso auto-atarrachante de cabeça redonda com fenda cruzada
	parafuso auto-atarrachante de cabeça escareada c/ fenda cruzada
	parafuso auto-atarrachante de cabeça escareada-abaulada com fenda cruzada

### Parafusos para madeira



	parafuso para madeira, de cabeça sextavada
	parafuso para madeira, de cabeça quadrada
	parafuso para madeira, de cabeça escareada-abaulada c/ fenda
	parafuso para madeira, de cabeça redonda com fenda
	parafuso para madeira, de cabeça escareada com fenda
	parafuso para madeira, de cabeça escareada-abaulada com fenda cruzada
	parafuso para madeira, de cabeça redonda com fenda cruzada
	parafuso para madeira, de cabeça escareada c/ fenda cruzada
	parafuso tipo prego, de cabeça redonda
	parafuso tipo prego, de cabeça escareada

### TIPOS DE PORCAS


#### Porcas sextavadas

	porca sextavada
	porca sextavada chata




### Porcas quadradas

	porca quadrada
	porca quadrada chata



### Porcas triangulares

	porca triangular com ressalto
---	-------------------------------







### Porcas castelo

	porca sextavada com fendas
	porca castelo
	porca castelo chata





### Porcas cegas

	porca cega baixa
	porca cega alta

### Porcas redondas






	porca recartilhada alta
	porca recartilhada baixa
	porca redonda com fenda
	porca redonda com entalhes
	porca redonda com furos radiais
	porca redonda com dois furos paralelos

### Porcas especiais












	porca borboleta
	porca argola
	porca de fundação
	porca dupla de esticador

### TIPOS DE ARRUELAS





#### Arruelas

	arruela
	arruela chanfrada
	arruela quadrada
	arruela de furo quadrado
	arruela para perfil

#### Arruelas de pressão

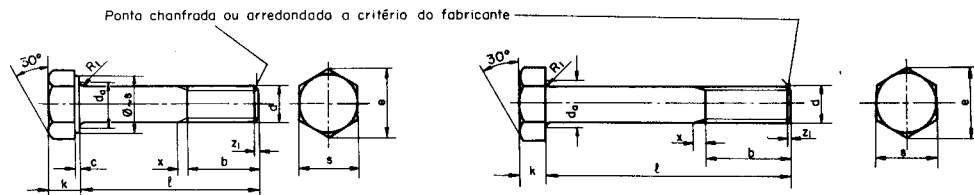
	arruela de pressão
	arruela de pressão e travamento
	arruela dupla de pressão
	arruela curva de pressão
	arruela ondulada de pressão
	arruela com denteado externo
	arruela com denteado interno
	arruela com denteado cônico
	arruela com serrilhado externo
	arruela com serrilhado interno
	arruela com serrilhado, cônica

#### Arruelas de travamento

	arruela de travamento c/ arieta
	arruela de travamento com unha externa
	arruela de travamento com unha interna
	arruela de travamento com duas arietas

# PARAFUSOS DE CABEÇA SEXTAVADA

## PARAFUSO CABEÇA SEXTAVADA - ACABAMENTO FINO E MÉDIO



z<sub>1</sub> - conforme PB-II4

x - conforme PB-II3 (ABNT)

d<sub>2</sub> - conforme PB-97

Para informações mais completas consultar P-PB-54

Evitar o quanto possível os diâmetros e comprimentos entre parênteses.

O parafuso M7 é indicado somente para indústria automobilística.

l = 12 - 14 - 16 - (18) - 20 - (22) - 25 - (28) - 30 - 35 - 40 - 45 - 50 - 55 - 60 - 65 - 70 - 75 - 80 - 90 - 100 - 110 - 120 - 130 - 140 - 150 - 160 - 170 - 180 - 190 - 200 - 220 - 240 - 260 - 280 - 300 - 320 - 340 - 360 - 380 - 400 - 420 - 440 - 460

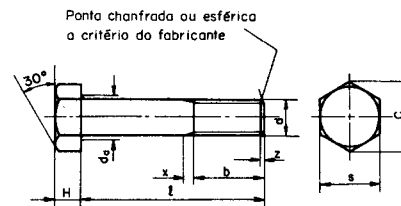
Dimensões em mm

Parafuso	M1,6	(M1,8)	M2	(M2,2)	M2,5	M3	(M3,5)	M4	M5	M6	(M7) <sup>4</sup>	M8	M10	M12	(M14)	M16
d	1,6	1,8	2	2,2	2,5	3	3,5	4	5	6	7	8	10	12	14	16
b	l < 125	9	9	10	11	11	12	13	14	16	18	20	22	26	30	38
	125 < l < 200	—	—	—	—	—	—	—	22	24	26	28	32	36	40	44
	l > 200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45	49	53	57
s ~ Ø	3,2	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7	8	10	11	13	17	19	22	24
k	1,1	1,2	1,4	1,6	1,7	2	2,4	2,8	3,5	4	5	6,0	7	8	9	10
e <sub>min.</sub>	acab. fino	3,48	3,82	4,38	4,95	5,51	6,08	6,64	7,74	8,87	11,05	12,12	14,38	18,90	21,10	24,49
	acab. médio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20,88	23,91	27,17
c	—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
R <sub>imin</sub>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,25	0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6

Parafuso	(M18)	M20	(M22)	M24	(M27)	M30	(M33)	M36	(M39)	M42	(M45)	M48	(M52)	M56
d	18	20	22	24	27	30	33	36	39	42	45	48	52	56
b	l < 125	42	46	50	54	60	66	72	78	84	90	96	102	—
	125 < l < 200	48	52	56	60	66	72	78	84	90	96	102	108	116
	l > 200	61	65	69	73	79	85	91	97	103	109	115	121	129
s ~ Ø	27	30	32	36	41	46	50	55	60	65	70	75	80	85
k	12	13	14	15	17	19	21	23	25	26	28	30	33	35
e <sub>min.</sub>	acab. fino	30,14	33,53	35,72	39,98	45,63	51,28	55,80	61,31	66,96	72,61	78,26	83,91	89,56
	acab. médio	29,56	32,95	35,03	39,55	45,20	50,87	55,37	60,70	66,44	72,08	77,74	83,39	89,04
c	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	—	—
R <sub>imin</sub>	0,6	0,8	0,8	0,8	1	1	1	1	1	1,2	1,2	1,6	1,6	2

Parafuso	(M60)	M64	(M68)	M72x6	(M76x6)	M80x6	M90x6	M100x6	M110x6	(M120x6)	M125x6	(M130x6)	M140x6	(M150x6)
d	60	64	68	72	76	80	90	100	110	120	125	130	140	150
b	l < 125	—	—	—	—	—	192	—	—	—	—	—	—	—
	125 < l < 200	132	140	148	156	164	172	205	225	245	265	275	285	305
	l > 200	145	153	161	169	177	185	—	—	—	—	—	—	—
s ~ Ø	90	95	100	105	110	115	130	145	155	170	180	185	200	210
k	38	40	43	45	48	50	57	63	69	76	79	82	88	95
e <sub>min.</sub>	acab. fino	100,72	106,37	112,02	117,67	123,32	128,97	145,77	162,72	174,02	190,97	202,27	207,75	224,70
	acab. médio	100,12	105,77	111,42	117,07	122,72	128,37	145,09	162,04	173,34	190,29	201,59	206,96	223,91
c	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
R <sub>imin</sub>	2	2	2	2	2	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

## PARAFUSO CABEÇA SEXTAVADA - QUALIDADE GROSSA



z - conforme PB-II4

x - conforme PB-II3

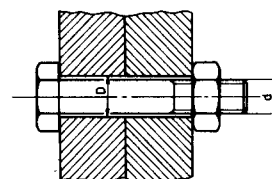
Para informações mais completas consultar P-PB-41.

Evitar o quanto possível os diâmetros e comprimentos entre parênteses.

l = 16 - 20 - 25 - 30 - 35 - 40 - 45 - 50 - 55 - 60 - 65 - 70 - 75 - 80 - 90 - 100 - 110 - 120 - 130 - 140 - 150 - 160 - 170 - 180 - 190 - 200

Dimensões em mm

Parafuso	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48
d	5	6	8	10	12	12	20	24	30	36	42	48
b	l < 120	16	18	22	26	30	38	46	54	66	78	90
	120 < l < 150	—	—	28	32	36	44	52	60	72	84	96
	l > 200	—	—	—	—	—	57	65	73	85	97	109
s	8	10	13	17	19	24	30	36	46	55	65	75
H	3,5	4	5,5	7	8	10	13	15	19	23	26	30
C <sub>min</sub>	8,63	10,89	14,20	18,72	20,88	26,17	32,95	39,56	50,85	60,79	72,09	83,39
d <sub>mdx</sub>	6	7,2	10,2	12,2	15,2	19,2	24,4	28,4	35,4	42,4	48,6	56,6



## FUROS DE PASSAGEM PARA PARAFUSOS E PEÇAS ROSCADAS SIMILARES

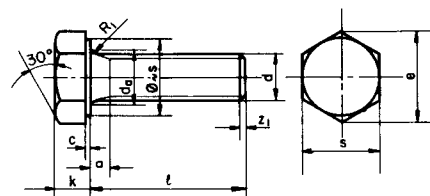
Consultar PB-50.

(1) Os furos de passagem da série fina devem ter um es-carriado na área correspondente à concordância entre a cabeça e o corpo do parafuso.

Dimensões em mm

Diâm. nom. da rosca	Diâm. do furo de passagem D			
d	Séries			
	fina <sup>(1)</sup>	H12	média H13	grossa H14
1	1,1	—	—	—
1,2	1,3	—	—	—
1,4	1,5	—	—	—
1,6	1,7	—	—	—
1,8	1,9	—	—	—
2	2,2	—	—	—
2,2	2,3	—	—	—
2,5	2,7	—	—	—
3	3,2	—	—	—
3,5	3,7	—	—	—
4	4,3	—	—	—
5	5,3	—	—	—
6	6,4	—	—	—
7	7,4	—	—	—
8	8,4	—	—	—
10	10,5	—	—	—
12	13	—	—	—
14	15	—	—	—
16	17	—	—	—
18	19	—	—	—
20	21	—	—	—
22	23	—	—	—
24	25	—	—	—
27	28	—	—	—
30	—	—	—	—
32	—	—	—	—

# PARAFUSO CABEÇA SEXTAVADA COM ROSCA TOTAL- ACABAMENTO FINO E MÉDIO



Para informações mais completas consultar  
P-PB-25 (ABNT)

- (1) Evitar o quanto possível os comprimentos entre parênteses
- (2) O parafuso M7 é indicado somente para a indústria automobilística

a - conforme PB-113

z1 - conforme PB-114

ℓ = 2-2,5-3-4-5-6-(7)-8-(9)-10-12-14-16-(18)-20-(22)-25-(28)-30-35-40-45-50-55-60-65-70-75-80-85-90-100-110-120-130-140-150-160-170-180-190-200

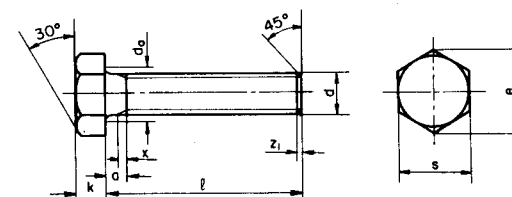
Dimensões em mm

Parafuso	(1)	M1,6	(M1,8)	M2	(M2,2)	M2,5	M3	(M3,5)	M4	M5	M6	(M7) <sup>2</sup>
d		1,6	1,8	2	2,2	2,5	3	3,5	4	5	6	7
c		—	—	—	—	—	—	—	0,1	0,2	0,3	0,3
da máx		2	2,2	2,6	2,8	3,1	3,6	4,1	4,7	5,7	6,8	7,8
e <sub>min</sub>	acab. fino	3,48	3,82	4,38	4,95	5,51	6,08	6,64	7,74	8,87	11,05	12,12
	acab. médio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
k		1,1	1,2	1,4	1,6	1,7	2	2,4	2,8	3,5	4	5
R <sub>i</sub>		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,25	0,25
s		3,2	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7	8	10	11

Parafuso	M8	M10	M12	(M14)	M16	(M18)	M20	(M22)
	M8x1	M10x1,25	M12x1,25	(M14x1,5)	M16x1,5	(M18x1,5)	M20x1,5	(M22x1,5)
d	8	10	12	14	16	18	20	22
c	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5
da máx	9,2	11,2	14,2	16,2	18,2	20,2	22,4	24,4
e <sub>min</sub>	acab. fino	14,38	18,90	21,10	24,49	26,75	30,14	33,53
	acab. médio	—	—	20,88	23,91	26,17	29,56	32,95
k	5,5	7	8	9	10	12	13	14
R <sub>i</sub>	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8
s	13	17	19	22	24	27	30	32

Parafuso	M24	(M27)	M30	(M33)	M36	(M39)	M42	(M45)	M48	(M52)
	M24x2	(M27x2)	M30x2	(M33x2)	M36x3	(M39x3)	M42x3	(M45x3)	M48x3	(M52x3)
d	24	27	30	33	36	39	42	45	48	52
c	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	—
da máx	26,4	30,4	33,4	36,4	39,4	42,4	45,6	48,6	52,6	56,6
e <sub>min</sub>	acab. fino	39,98	45,63	51,28	55,80	61,31	66,96	72,61	78,26	83,91
	acab. médio	39,55	45,20	50,85	55,37	60,79	66,44	72,09	77,74	83,39
k	15	17	19	21	23	25	26	28	30	33
R <sub>i</sub>	0,8	1	1	1	1	1	1,2	1,2	1,6	1,6
s	36	41	46	50	55	60	65	70	75	80

# PARAFUSO CABEÇA SEXTAVADA COM ROSCA TOTAL- ACABAMENTO GROSSO



Para informações mais completas consultar  
PB-40 (ABNT)

Evitar o quanto possível os comprimentos entre parênteses

a e x - conforme PB-113

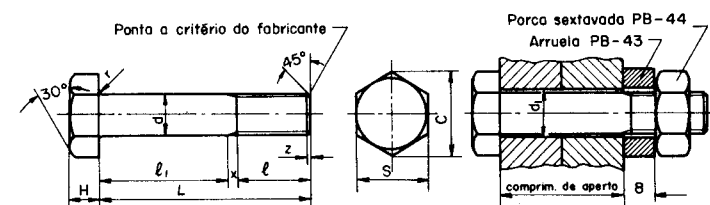
z1 - conforme PB-114

ℓ = 16-20-25-30-35-40-45-50-55-60-65-70-75-80

Dimensões em mm

Parafuso	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	M 16	M 20	M 24
d	5	6	8	10	12	16	20	24
s	8	10	13	17	19	24	30	36
k	3,5	4	5,5	7	8	10	13	15
e <sub>min</sub>	8,63	10,89	14,20	18,72	20,88	26,17	32,95	39,55
d0	6	7,2	10,2	12,2	15,2	19,2	24,4	28,4

# PARAFUSO CABEÇA SEXTAVADA PARA ESTRUTURAS METÁLICAS- TOLERÂNCIA GROSSA



Para informações mais completas consultar P-PB-42

Acabamento e excentricidade conforme NB-120

L = 30-35-40-45-50-55-60-65-70-75-80-85-90-95-100-105-110-115-120-125-130-135-140-145-150-155-160-165-170-175-180-185-190-195-200

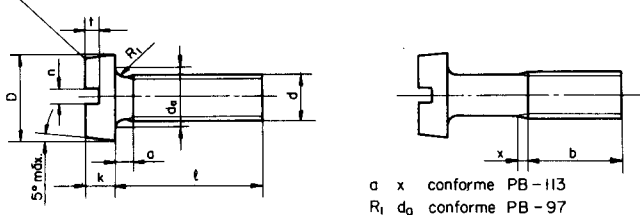
Dimensões em mm

Rosca NB-97	M 10	M 12	M 16	M 20	M 22	M 24	M 27	M 30	M 33	M 36
Passo	1,5	1,75	2	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4
d	10 <sup>-0,013</sup>	12 <sup>-0,017</sup>	16 <sup>-0,023</sup>	20 <sup>-0,030</sup>	22 <sup>-0,035</sup>	24 <sup>-0,040</sup>	27 <sup>-0,045</sup>	30 <sup>-0,050</sup>	33 <sup>-0,055</sup>	36 <sup>-0,060</sup>
ℓ	17,5	19,5	23	26	28	29,5	32,5	33	38	40
S	17 <sup>-0,04</sup>	19 <sup>-0,04</sup>	24 <sup>-0,04</sup>	30 <sup>-0,05</sup>	32 <sup>-0,05</sup>	36 <sup>-0,05</sup>	41 <sup>-0,05</sup>	46 <sup>-0,05</sup>	50 <sup>-0,05</sup>	55 <sup>-0,05</sup>
H	7 <sup>±0,04</sup>	8 <sup>±0,04</sup>	10 <sup>±0,05</sup>	13 <sup>±0,05</sup>	14 <sup>±0,05</sup>	15 <sup>±0,05</sup>	17 <sup>±0,05</sup>	19 <sup>±0,05</sup>	21 <sup>±0,05</sup>	23 <sup>±0,05</sup>
~C	19,6	21,9	27,7	34,6	36,9	41,6	47,3	53,1	57,7	63,5
x	2,5	2,5	3	4	4	4,5	4,5	5	5	6
r	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1
z	1,5	1,8	2	2,5	2,5	3	3	3,5	3,5	4
d1	11	13	17	21	23	25	28	31	34	37

# PARAFUSOS DIVERSOS

## PARAFUSO DE CABEÇA CILÍNDRICA COM FENDA

Canto quebrado levemente  
ou raio pequeno



a x conforme PB-113  
R<sub>i</sub> d<sub>0</sub> conforme PB-97

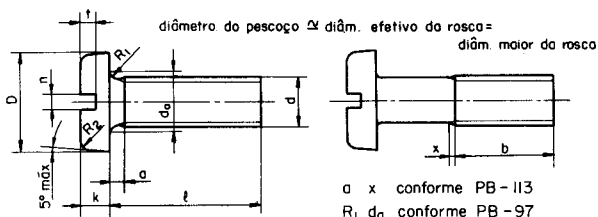
Para informações mais completas consultar P-PB-166 (ABNT)

Evitar as dimensões entre parênteses na medida do possível

ℓ = 2-3-4-5-6-8-10-12-(14)-16-(18)-20-(22)-25-(28)-30-35-40-45-50-55-60-65-70-75-80-85-90-95-100  
dimensões em mm

d	M1,6	M2	(M2,2)	M2,5	M3	(M3,5)	M4	M5	M6	M8	M10	(M12)	(M16)	(M20)
b	15	16	17	18	19	20	22	25	28	34	40	46	58	70
D	3	3,8	4	4,5	5,5	6	7	8,5	10	13	16	18	24	30
k	1	1,3	1,5	1,6	2	2,4	2,6	3,3	3,9	5	6	7	9	11
n	0,4	0,5	0,6	0,6	0,8	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5	3	4	5
t	min	0,45	0,6	0,7	0,9	1,1	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	3,2	4	5
	máx	0,6	0,8	0,9	1,15	1,4	1,5	1,8	2,2	2,6	3	3,8	4,6	5,6

## PARAFUSO DE CABEÇA CILÍNDRICA E ARREDONDADA COM FENDA



a x conforme PB-113  
R<sub>i</sub> d<sub>0</sub> conforme PB-97

Para informações mais completas consultar P-PB-167

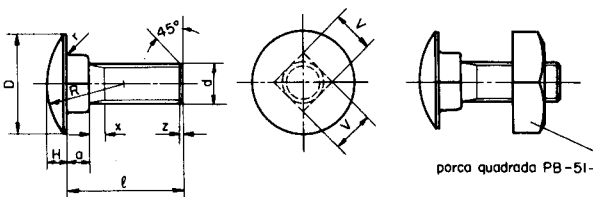
Evitar as dimensões entre parênteses na medida do possível.

ℓ = 3-4-5-6-8-10-12-(14)-16-(18)-20-(22)-25-(28)-30-35-40-45-50-55-60-65-70-75-80-85-90-95-100  
dimensões em mm

d	M 2,5	M 3	(M 3,5)	M 4	M 5	M 6	(M 8)	(M 10)
b	18	19	20	22	25	28	34	40
D	5	6	7	8	10	12	16	20
k	1,5	1,8	2,1	2,4	3	3,6	4,8	6
n	0,6	0,8	0,8	1	1,2	1,6	2	2,5
R <sub>2n</sub>	1	1,2	1,4	1,6	2	2,4	3,2	4
t	min	0,6	0,7	0,8	1	1,2	1,5	1,9
	máx	0,9	0,95	1,3	1,3	1,5	1,9	2,4

## PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA E PESCOÇO QUADRADO COM ROSCA TOTAL

Para maiores informações consultar P-PB-17



ℓ = 15-20-25-30-35

dimensões em mm

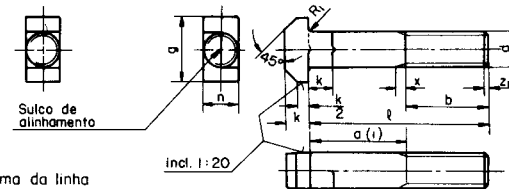
Parafuso	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12
Passo	0,8	1	1,25	1,5	1,75
D	13 <sup>±0,6</sup>	16 <sup>±0,6</sup>	20 <sup>±0,6</sup>	24 <sup>±0,6</sup>	30 <sup>±0,6</sup>
H	3 <sup>±0,3</sup>	3,5 <sup>±0,3</sup>	4,5 <sup>±0,3</sup>	5 <sup>±0,3</sup>	6,5 <sup>±0,3</sup>
R	10,7	12,6	16	19,2	24,1
v	5 <sup>±0,2</sup>	6 <sup>±0,2</sup>	8 <sup>±0,2</sup>	10 <sup>±0,2</sup>	12 <sup>±0,2</sup>
a	3,5 <sup>±0,6</sup>	4 <sup>±0,6</sup>	5 <sup>±0,6</sup>	6 <sup>±0,6</sup>	8 <sup>±0,6</sup>
x	2	2,5	3	3,5	4
r	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0
z	0,8	1	1,2	1,5	1,8

## PARAFUSO DE CABEÇA RETANGULAR

Forma A  
com quadrado  
p/M6 até M45

Forma B  
com ressalto  
p/M8 até M80

Ponta arredondada  
ou chanfrada



Para informações mais completas consultar P-PB-179

x conforme PB-113

z<sub>1</sub> conforme PB-114

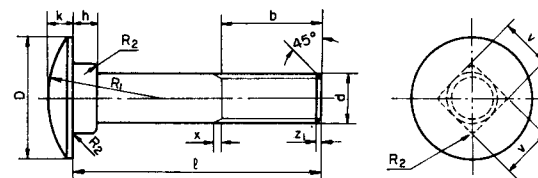
(i) Medida aplicável a comprimentos acima da linha cheia, estes parafusos possuem rosca de comprimento b = ℓ - a

ℓ = 30-35-40-45-50-55-60-65-70-80-90-100-110-120-130-140-150-160-170-180-190-200-220-240-260-280-300-320-340-360-380-400-420-440-460  
dimensões em mm

Parafuso	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	M56	M64	M72x6	M80x6
ℓ < 125	18	22	26	30	38	46	54	66	—	—	—	—	—	—	—
b 125 < ℓ < 200	24	28	32	36	44	52	60	72	84	96	108	124	130	—	—
ℓ > 200	37	41	45	49	57	65	73	85	97	109	121	137	143	169	185
a	—	10	15	19	25	31	37	43	55	60	72	83	95	105	115
k	4,5	5,5	7	8	10,5	13	15	19	23	26	30	35	40	45	50
n = d	6	8	10	12	16	20	24	30	36	42	48	56	64	72	80
g	16	18	21	26	30	36	43	54	66	80	88	102	115	128	140
R <sub>i</sub>	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1,6	1,6	2	2	2	3	3	4	4

## PARAFUSO DE CABEÇA ABAULADA COM PESCOÇO QUADRADO

Para informações mais completas consultar PB-53



x conforme PB-113

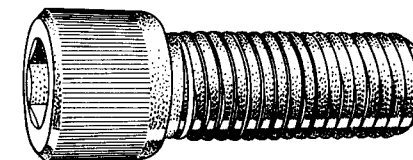
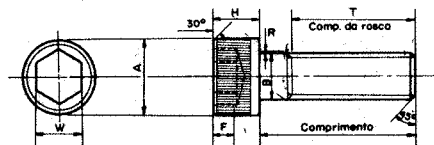
z<sub>1</sub> conforme PB-114

ℓ = 16-20-25-30-35-40-45-50-55-60-65-70-75-80-90-100-110-120-130-140-150-160-170-180-190-200  
dimensões em mm

Paraf.	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	M 16	M 20
d	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0
b (ℓ < 120)	16,0	18,0	22,0	26,0	30,0	38,0	46,0
b (120 < ℓ < 200)	—	—	28,0	32,0	36,0	44,0	52,0
D	13,0	16,0	20,0	24,0	30,0	38,0	46,0
k	3,0	3,5	4,5	5,0	6,5	8,5	10,5
R <sub>i</sub>	10,7	12,6	16,0	19,2	24,1	29,3	33,9
v	5,0	6,0	8,0	10,0	12,0	16,0	20,0
h	3,5	4,0	5,0	6,0	8,0	12,0	15,0
R <sub>2</sub>	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0

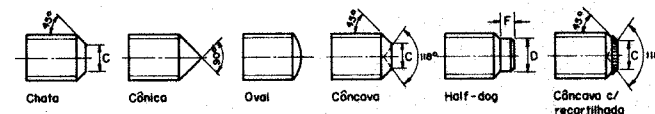
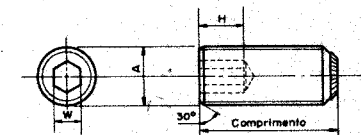
# PARAFUSOS COM SEXTAVADO INTERNO

PARAFUSO DE CABEÇA  
CILÍNDRICA COM SEX-  
TAVADO INTERNO  
SÉRIE 1936 (ASA B 18.3-1954)



Diâmetro nominal	DIMENSÕES (polegadas)									DADOS DE APLICAÇÃO			
	Fios por polegada		A	B	F	H	T	R	W	Broca para o furo da rosca		Broca para o furo da haste	Diâmetro do encaixe da cabeça (pol.)
	UNC	UNF	máx. mín.	máx. mín.	mín.	máx. mín.	básico	máx.	nom.	UNC	UNF		
# 0		80	0,096 0,091	0,0600 0,0568	0,025	0,060 0,057	0,500	0,010	0,0500		1,25 mm	# 51	7/64
# 1	64	72	0,118 0,112	0,0730 0,0695	0,031	0,073 0,070	0,625	0,010	0,0500	1,5 mm	1,5 mm	# 46	9/64
# 2	56	64	0,140 0,134	0,0860 0,0822	0,038	0,086 0,083	0,625	0,010	0,0625	# 50	1,85 mm	3/32	5/32
# 3	48	56	0,161 0,154	0,0990 0,0949	0,047	0,099 0,095	0,625	0,010	0,0781	# 46	2,1 mm	# 36	11/64
# 4	40	48	0,183 0,176	0,1120 0,1075	0,051	0,112 0,109	0,750	0,010	0,0781	2,3 mm	# 42	# 31	13/64
# 5	40	44	0,205 0,198	0,1250 0,1202	0,062	0,125 0,121	0,750	0,010	0,0937	# 37	# 37	9/64	7/32
# 6	32	40	0,226 0,218	0,1380 0,1329	0,064	0,138 0,134	0,750	0,010	0,0937	# 33	# 32	# 23	15/64
# 8	32	36	0,270 0,262	0,1640 0,1585	0,077	0,164 0,160	0,875	0,015	0,1250	# 29	3,5 mm	# 15	9/32
# 10	24	32	0,312 0,303	0,1900 0,1840	0,110	0,190 0,185	0,875	0,015	0,1562	# 24	# 20	# 5	21/64
1/4	20	28	0,375 0,365	0,2500 0,2435	0,125	0,250 0,244	1,000	0,015	0,1875	# 6	5,5 mm	17/64	13/32
5/16	18	24	0,438 0,426	0,3125 0,3053	0,151	0,312 0,305	1,125	0,020	0,2187	G	I	21/64	15/32
3/8	16	24	0,562 0,550	0,3750 0,3678	0,185	0,375 0,368	1,250	0,020	0,3125	O	8,6 mm	25/64	19/32
7/16	14	20	0,625 0,611	0,4375 0,4294	0,213	0,438 0,430	1,375	0,030	0,3125		9,4 mm	25/64	21/32
1/2	13	20	0,750 0,735	0,5000 0,4919	0,245	0,500 0,492	1,500	0,030	0,3750	27/64	11,5 mm	33/64	25/32
9/16	12	18	0,812 0,796	0,5625 0,5538	0,276	0,562 0,554	1,625	0,030	0,3750	31/64	1/2	37/64	27/32
5/8	11	18	0,875 0,858	0,6250 0,6163	0,307	0,625 0,616	1,750	0,035	0,5000	17/32	14,5 mm	41/64	29/32
3/4	10	16	1,000 0,982	0,7500 0,7406	0,370	0,750 0,741	2,000	0,040	0,5625	21/32	17,5 mm	49/64	1 1/32
7/8	9	14	1,125 1,106	0,8750 0,8647	0,432	0,875 0,865	2,250	0,045	0,5625	49/64	20,5 mm	57/64	1 5/32
1	8	12	1,312 1,291	1,0000 0,9886	0,495	1,000 0,989	2,500	0,050	0,6250	7/8	23,5 mm	1 1/64	1 3/8
1 1/8	7	12	1,500 1,478	1,1250 1,1086	0,557	1,125 1,113	2,812	0,055	0,7500	25 mm	1 3/64	1 5/32	1 9/16
1 1/4	7	12	1,750 1,727	1,2500 1,2336	0,620	1,250 1,238	3,125	0,060	0,7500	1 7/64	1 11/64	1 9/32	1 13/16
1 3/8	6	12	1,875 1,851	1,3750 1,3568	0,682	1,375 1,361	3,437	0,065	0,7500	1 7/32	1 19/64	1 13/32	1 15/16
1 1/2	6	12	2,000 1,974	1,5000 1,4818	0,745	1,500 1,485	3,750	0,070	1,0000	34 mm	36 mm	1 19/32	2 1/8
1 3/4	5	12	2,625 2,597	1,7500 1,7295	0,900	1,750 1,734	4,375	0,080	1,2500	1 35/64		1 25/32	2 3/4
2	4 1/2	12	3,000 2,970	2,0000 1,9780	1,030	2,000 1,983	5,000	0,090	1,5000	1 25/32		2 1/32	3 1/8

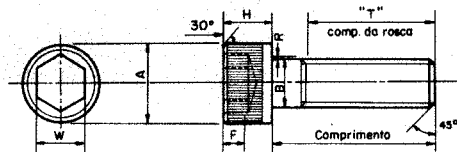
PARAFUSO SEM CABEÇA  
COM SEXTAVADO INTERNO  
TABELA EM POLEGADAS



Diâmetro	Fios por polegada		A		C		D		F		H	W
	UNC	UNF	máx.	mín.		máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	nom.
				UNC	UNF							
# 0		80	0,0600		0,0568	0,033	0,027	0,040	0,037	0,017	0,013	0,022
# 1	64	72	0,0730	0,0692	0,0695	0,040	0,033	0,049	0,045	0,021	0,017	0,028
# 2	56	64	0,0860	0,0819	0,0822	0,047	0,039	0,057	0,053	0,024	0,020	0,030
# 3	48	56	0,0990	0,0945	0,0949	0,054	0,045	0,066	0,062	0,027	0,023	0,040
# 4	40	48	0,1120	0,1069	0,1075	0,061	0,051	0,075	0,070	0,030	0,026	0,040
# 5	40	44	0,1250	0,1199	0,1202	0,067	0,057	0,083	0,078	0,033	0,027	0,050
# 6	32	40	0,1380	0,1320	0,1329	0,074	0,064	0,092	0,087	0,038	0,032	0,0625
# 8	32	36	0,1640	0,1580	0,1585	0,087	0,077	0,109	0,103	0,043	0,037	0,0781
# 10	24	32	0,1900	0,1828	0,1840	0,098	0,088	0,127	0,120	0,049	0,041	0,0937
1/4	20	28	0,2500	0,2419	0,2435	0,130	0,120	0,156	0,149	0,067	0,059	0,100
5/16	18	24	0,3125	0,3038	0,3053	0,169	0,159	0,203	0,195	0,082	0,074	0,125
3/8	16	24	0,3750	0,3656	0,3678	0,206	0,196	0,250	0,241	0,099	0,089	0,150
7/16	14	20	0,4375	0,4272	0,4294	0,242	0,232	0,293	0,287	0,114	0,104	0,175
1/2	13	20	0,5000	0,4891	0,4919	0,281	0,271	0,343	0,334	0,130	0,120	0,200
9/16	12	18	0,5625	0,5511	0,5538	0,319	0,304	0,390	0,379	0,148	0,132	0,250
5/8	11	18	0,6250	0,6129	0,6163	0,362	0,347	0,468	0,456	0,164	0,148	0,250
3/4	10	16	0,7500	0,7371	0,7406	0,440	0,425	0,562	0,549	0,196	0,180	0,300
7/8	9	14	0,8750	0,8611	0,8647	0,518	0,503	0,656	0,642	0,227	0,211	0,400
1	8	12	1,0000	0,9850	0,9898	0,524	0,574	0,750	0,734	0,260	0,240	0,450
1 1/8	7	12	1,1250	1,1086	1,1136	0,675	0,655	0,843	0,828	0,291	0,271	0,450
1 1/4	7	12	1,2500	1,2336	1,2398	0,758	0,738	0,937	0,920	0,323	0,303	0,500
1 3/8	6	12	1,3750	1,3568	1,3636	0,833	0,813	1,031	1,011	0,353	0,333	0,500
1 1/2	6	12	1,5000	1,4818	1,4886	0,911	0,891	1,125	1,105	0,385	0,365	0,500

# PARAFUSO DE CABEÇA CILÍNDRICA COM SEXTAVADO INTERNO

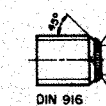
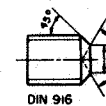
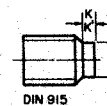
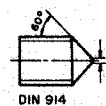
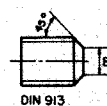
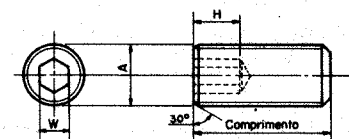
DIN 912



Diâmetro nominal	DIMENSÕES (mm)									DADOS DE APLICAÇÃO			
	PASSO		A	B	F	H	R	T	W	Broca para o furo da rosca		Broca para o furo da haste	Diâmetro do encaixe da cabeça (mm)
	grosso	fino	máx. mín.	máx. mín.	mín.	máx. mín.	máx.	básico	nom.	Passo grosso	Passo fino		
M 3	0,5	0,35	5,50 5,38	3,00 2,86	1,21	2,99 2,86	0,20	12	2,5	2,5 mm	37	3,3	5,7
M 4	0,7	0,5	7,00 6,85	4,00 3,82	2,00	3,97 3,85	0,24	14	3	30	3,5 mm	4,3	7,4
M 5	0,8	0,5	8,50 8,35	5,00 4,82	2,40	4,97 4,85	0,28	16	4	4,2 mm	4,5 mm	5,3	8,9
M 6	1	0,75	10,00 9,85	6,00 5,82	3,00	5,97 5,85	0,33	18	5	5 mm	5	6,4	10,4
M 8	1,25	1	13,00 12,82	8,00 7,78	4,07	7,96 7,82	0,42	22	6	6,7 mm	7 mm	8,4	13,5
M 10	1,5	1	16,00 15,82	10,00 9,78	4,90	9,96 9,80	0,52	26	8	8,5 mm	9 mm	10,5	16,5
M 12	1,75	1,5	18,00 17,82	12,00 11,73	6,02	11,96 11,77	0,62	30	10	10,2 mm	Z	13	19
M 14	2	1,5	21,00 20,78	14,00 13,73	6,86	13,96 13,78	0,72	34	12	15/32"	12,5 mm	15	22
M 16	2	1,5	24,00 23,78	16,00 15,73	7,60	15,96 15,75	0,82	38	14	14 mm	14,5 mm	17	25
M 18	2,5	1,5	27,00 26,79	18,00 17,73	9,29	17,96 17,74	0,92	42	14	15,5 mm	16,5 mm 5/8"	19	28
M 20	2,5	1,5	30,00 29,79	20,00 19,87	10,45	19,96 19,70	1,02	46	17	11/16"	18,5 mm 18 mm	21	31
M 22	2,5	1,5	33,00 32,75	22,00 21,67	10,80	21,96 21,70	1,12	50	17	19,5 mm	20,5 mm 20 mm	23	34
M 24	3	1,5	36,00 35,75	24,00 23,67	12,20	23,86 23,70	1,21	54	19	21 mm	22,5 mm 22 mm	25	37
M 27	3	1,5	40,00 39,75	27,00 26,67	13,70	26,95 26,70	1,34	60	19	15/16"	1"	28	41
M 30	3,5	1,5	45,00 44,75	30,00 29,67	15,70	29,95 29,70	1,50	66	22	26,5 mm	28,5 mm 28 mm	31	46
M 33	3,5	1,5	50,00 49,75	33,00 32,60	17,16	32,95 32,66	1,63	72	24	1 5/32"	31,5 mm 31 mm	34	51
M 36	4	1,5	54,00 53,70	36,00 35,60	19,16	35,95 35,66	1,77	78	27	1 1/4"	1 23/63" 34 mm 33 mm	37	55
M 42	4,5	1,5	63,00 62,70	42,00 41,60	22,16	41,95 41,66	2,04	90	32	1 15/32"	1 19/32" 40 mm 39 mm	43	64

# PARAFUSO SEM CABEÇA COM SEXTAVADO INTERNO

TABELA EM MILÍMETRO



Na tabela, para parafusos c/ ponta cilíndrica: K - para comprimentos menores ou iguais a L<sub>0</sub>  
K' - para comprimentos maiores que L<sub>0</sub>

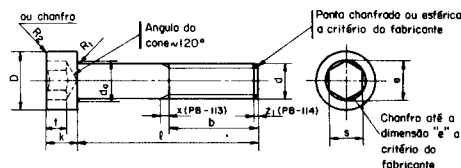
Diâmetro	PASSO		A		B	C	D	F	G	L <sub>0</sub>	K	K'	H	W
	grosso	fino	máx.	mín.	máx.	máx.	máx.	máx.					mín.	nom.
3	0,5	0,35	3,000	2,874 2,855	1,40	1,40	1,30		2,00 1,86	5	1,05 0,95	2,40	1,5	1,5
4	0,7	0,5	4,000	3,838 3,874	2,00	2,00	2,10		2,50 2,32	6	1,20 1,10	2,80	1,5	2
5	0,8	0,5	5,000	4,826 4,874	2,60	2,50	2,40		3,50 3,32	6	1,20 1,10	2,80	2	2,5
6	1	0,75	6,000	5,794 5,838	3,00	3,00	3,30	1,00	4,00 3,82	8	1,25 1,15	3,15	2,3	3
8	1,25	1	8,000	7,760 7,794	4,40	5,00	4,30	2,00	5,50 5,32	10	1,90 1,80	4,50	2,5	4
10	1,5	1	10,000	9,732 9,794	5,60	6,00	5,25	2,00	7,00 6,78	12	2,00 1,90	4,90	4	5
12	1,75	1,5	12,000	11,701 11,732	7,00	8,00	6,80	2,00	8,50 8,28	16	2,70 2,85	6,25	5,2	6
14	2	1,5	14,000	13,682 13,732	8,00	8,00	8,10	4,00	10,00 9,78	16	2,55 2,40	6,15	6,3	6
16	2	1,5	16,000	15,682 15,732	10,00	10,00	9,10	4,00	12,00 11,73	12	3,55 3,40	8,15	7,2	8
18	2,5	1,5	18,000	17,623 17,732	11,00	12,00	10,30	5,00	13,00 12,73	25	3,25 3,10	7,85	7,2	10
20	2,5	1,5	20,000	19,623 19,732	13,00	14,00	11,50	6,00	15,00 14,73	25	3,25 3,10	7,85	8,5	10
22	2,5	1,5	22,000	21,623 21,732	15,00	16,00	12,65	6,00	17,00 16,73	30	4,25 4,10	9,90	9,5	12
24	3	1,5	24,000	23,511 23,682	15,00	16,00	14,65	8,00	18,00 17,73	30	3,95 3,80	9,65	9,5	12

# CHUMBADORES

## PARAFUSO CABEÇA CILÍNDRICA BAIXA COM SEXTAVADO INTERNO

Para informações mais detalhadas consultar P-PB-178 (ABNT)  
Evitar dimensões entre parênteses

ℓ : 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - (14) - 16 - (18) - 20 - 25 - 30 - 35 - 40 - 45 - 50 - (55) - 60 - 70 - 80 - 90 - 100



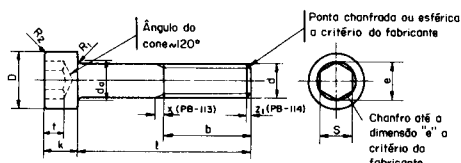
medidas em mm

d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	(M18)	M20	(M22)	M24
b	ℓ < 125	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50
	125 < ℓ < 200	14	16	18	20	24	28	32	36	40	44	48	52
	ℓ > 200	16	18	20	22	26	30	34	38	42	46	50	54
D	5,5	7	8,5	10	13	16	18	21	24	27	30	33	36
da máx	3,6	4,7	5,7	6,8	9,2	11,2	14,2	16,2	18,2	20,2	22,4	24,4	26,4
r	2,3	2,9	3,6	4,7	5,9	8,1	9,4	11,7	14	16,3	18,3	19,8	21,8
k	2	2,8	3,5	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
R1 mín	0,1	0,2	0,2	0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8
R2 (ou chanfro)	0,3	0,4	0,4	0,5	0,8	1	1	2	2	2	2	2	2
S	2	2,5	3	4	5	7	8	10	12	12	14	14	17
t	1,5	2,3	2,7	3	4,2	4,8	5,3	5,5	5,5	7,5	7,5	8	8

## PARAFUSO CABEÇA NORMAL CILÍNDRICA COM SEXTAVADO INTERNO

Para informações mais detalhadas consultar PB-165 (ABNT)  
Evitar dimensões entre parênteses

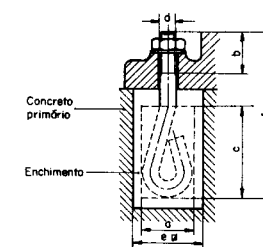
ℓ : 5 - 6 - 8 - 10 - 12 - (14) - 16 - (18) - 20 - (22) - 25 - 30 - 35 - 40 - 45 - 50 - (55) - 60 - (65) - 70 - (75) - 80 - 90 - 100 - (110) - 120 - (130) - 140 - (150) - 160 - (170) - 180 - (190) - 200



medidas em mm

d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	(M18)
b	ℓ < 125	12	14	16	18	22	26	30	34	38
	125 < ℓ < 200	14	16	18	20	24	28	32	36	40
	ℓ > 200	16	18	20	22	26	30	34	38	42
D	5,5	7	8,5	10	13	16	18	21	24	27
da máx	3,6	4,7	5,7	6,8	9,2	11,2	14,2	16,2	18,2	20,2
r	2,3	2,9	3,6	4,7	5,9	8,1	9,4	11,7	14	16,3
k	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18
R1 mín	0,1	0,2	0,2	0,25	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6
R2 (ou chanfro)	0,2	0,4	0,4	0,5	0,8	1	1	2	2	2
S	2,5	3	4	5	6	8	10	12	14	14
t	máx	1,3	2	2,7	3,3	4,3	5,5	6,6	7,8	8,8
	mín	1,7	2,4	3,1	3,78	4,78	6,25	7,5	8,7	10,7

d	M20	(M22)	M24	(M27)	M30	(M33)	M36	M42	M48
b	ℓ < 125	46	50	54	60	66	72	78	84
	125 < ℓ < 200	52	56	60	66	72	78	84	96
	ℓ > 200	65	69	73	79	85	91	109	121
D	30	33	36	40	45	50	54	63	72
da máx	22,4	24,4	26,4	30,4	33,4	36,4	39,4	45,6	52,6
r	19,8	19,8	22,1	22,1	25,6	27,9	31,4	37,2	41,8
k	20	22	24	27	30	33	36	42	48
R1 mín	0,8	0,8	0,8	1	1	1	1	1,2	1,6
R2 (ou chanfro)	2	2	2	3	3	3	3	4	4
S	17	17	19	19	22	24	27	32	36
t	máx	10,7	11,3	12,9	15,1	17,1	18,8	20,8	29,1
	mín	11,8	12,4	14,0	16,2	18,2	20,1	22,1	30,4



Para informações mais detalhadas consultar P-PB-177 (ABNT)

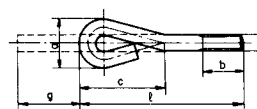
ℓ : 60 - 100 - 125 - 160 - 200 - 250 - 320 - 400 - 500 - 630 - 800 - 1000 - 1250 - 1600 - 2000 - 2500 - 3200

## MEDIDAS PARA ENGASTAMENTO

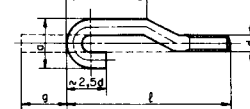
d	M 8	M 10	M 12	M 16	M 20	M 24	M 30	M 36	M 42	M 48	M 56	M 64	M 72x6
b	20	25	30	40	50	60	75	90	105	120	140	160	180
da máx	25	32	40	55	65	80	100	120	140	160	185	210	250
c máx	55	55	70	90	110	130	160	190	230	260	290	340	370
e máx	60	60	80	100	100	120	120	140	160	180	210	250	280

## EXEMPLOS PARA FORMAS DA PARTE ENGASTADA DE CHUMBADORES

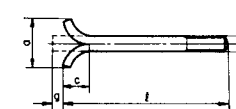
### FORMA A



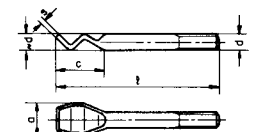
### FORMA B (a partir de M16)



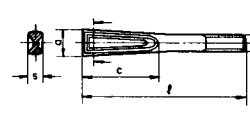
### FORMA C (deformado a quente)



### FORMA D (até M24)



### FORMA F (até M48)



x conforme PB-113  
z1 conforme PB-114

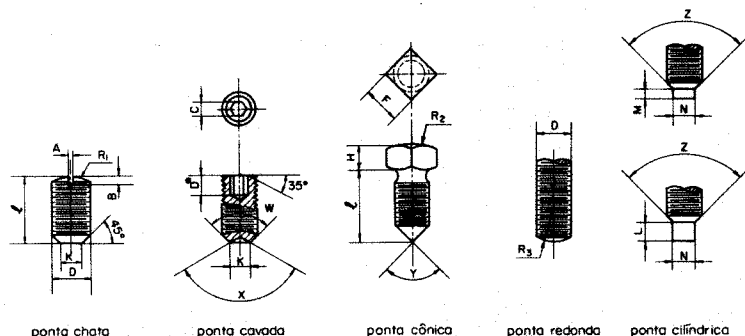
## MEDIDAS DETALHADAS DA PARTE ENGASTADA

d	M 8	M 10	M 12	M 16	M 20	M 24	M 30	M 36	M 42	M 48	M 56	M 64	M 72x6
b	20	25	30	40	50	60	75	90	105	120	140	160	180
A, B, C	24	30	36	48	60	75	95	115	135	155	180	200	240
~ D	16	20	24	32	40	48	—	—	—	—	—	—	—
~ F	14	16	20	25	30	35	45	55	65	75	—	—	—
~ A	45	55	65	85	105	125	155	190	230	250	290	335	370
~ C	12	15	18	24	30	36	45	54	63	72	84	96	110
~ D	24	30	36	48	60	72	—	—	—	—	—	—	—
~ F	50	50	55	85	95	120	130	190	200	220	—	—	—
~ A	30	38	45	60	75	90	115	135	155	180	210	235	260
~ B	—	—	—	45	55	70	90	110	125	140	165	185	215
~ C	5	7	8	11	14	18	24	30	34	40	45	50	60
~ D	3	3,5	4	5	6	8	—	—	—	—	—	—	—
~ F	6	8	10	14	18	22	28	30	36	42	—	—	—

# PARAFUSOS (NORMA AMERICANA)

## PARAFUSOS DE FIXAÇÃO (ASA B18.6.2 - 1956, ASA B18.3 - 1954)

dimensões em polegada



ponta chata      ponta cavada      ponta cônica      ponta redonda      ponta cilíndrica

Diâmetro nominal	Cabeça com fenda				Sextavado interno		Cabeça quadrada				Dimensões da ponta									
											chata e cavada			cônica	redonda	cilíndrica média e grande				
	(mín.)		(F.máx.)	(K.máx.)			W	X	Y	R <sub>3</sub>	L	M	N			Z				
D	A	B	R <sub>1</sub>	C	D*	F								H	R <sub>2</sub>		K	W	X	Y
5	0,023	0,031	0,125	1/16	0,050	—	—	—	—	0,067	—	—	—	0,094	0,080	0,030	0,083	—		
6	0,025	0,035	0,138	1/16	0,050	—	—	—	—	0,074	—	—	—	0,109	0,070	0,035	0,092	—		
8	0,029	0,041	0,164	5/64	0,062	—	—	—	—	0,087	—	—	—	0,125	0,080	0,040	0,109	—		
10	0,032	0,048	0,190	3/32	0,075	0,1875	9/64	15/32	0,102	0,141	0,090	0,045	0,127	0,141	0,090	0,045	0,127	—		
12	0,036	0,054	0,216	3/32	0,075	0,216	5/32	35/64	0,115	0,156	0,110	0,055	0,144	0,156	0,110	0,055	0,144	—		
1/4	0,045	0,063	0,250	1/8	0,100	0,250	3/16	5/8	0,132	0,188	0,125	0,063	0,156	0,188	0,125	0,063	0,156	—		
5/16	0,051	0,078	0,315	5/32	0,125	0,3125	15/64	25/32	0,172	0,234	0,156	0,078	0,203	0,234	0,156	0,078	0,203	—		
3/8	0,064	0,094	0,375	3/16	0,150	0,375	9/32	15/16	0,212	0,281	0,188	0,094	0,250	0,281	0,188	0,094	0,250	—		
7/16	0,072	0,109	0,438	7/32	0,175	0,4375	21/64	1 3/32	0,252	0,328	0,219	0,109	0,297	0,328	0,219	0,109	0,297	—		
1/2	0,081	0,125	0,500	1/4	0,200	0,500	3/8	1 1/4	0,291	0,375	0,250	0,125	0,344	0,375	0,250	0,125	0,344	—		
9/16	0,091	0,141	0,563	1/4	0,200	0,5825	27/64	1 13/32	0,332	0,422	0,375	0,140	0,391	0,422	0,375	0,140	0,391	—		
5/8	0,102	0,156	0,625	5/16	0,250	0,625	15/32	1 9/16	0,371	0,469	0,313	0,156	0,469	0,469	0,313	0,156	0,469	—		
3/4	0,129	0,188	0,750	3/8	0,300	0,750	9/16	1 7/8	0,450	0,563	0,281	0,188	0,563	0,563	0,281	0,188	0,563	—		
7/8	—	—	—	1/2	0,400	0,875	21/32	2 3/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
1	—	—	—	9/16	0,450	1,000	3/4	2 1/2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
1 1/8	—	—	—	9/16	0,450	1,125	27/32	2 13/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
1 1/4	—	—	—	5/8	0,500	1,250	15/16	3 1/8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
1 3/8	—	—	—	5/8	0,500	1,375	1 1/32	3 7/16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
1 1/2	—	—	—	3/4	0,600	1,500	1 1/8	3 3/4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		

W = 80° ± 90°

X = 118° ± 5°

Y = 118° ± 90° quando  $\angle \leq 90^\circ$

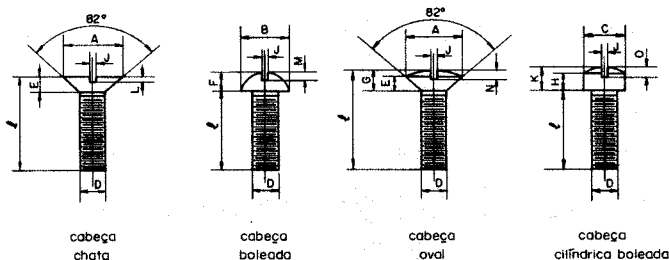
Y = 90° ± 90° quando  $\angle > 90^\circ$

Z = 100° ± 110°

Z = 100° a 110°

## PARAFUSOS DE FENDA (ASA B18.6 - 1947)

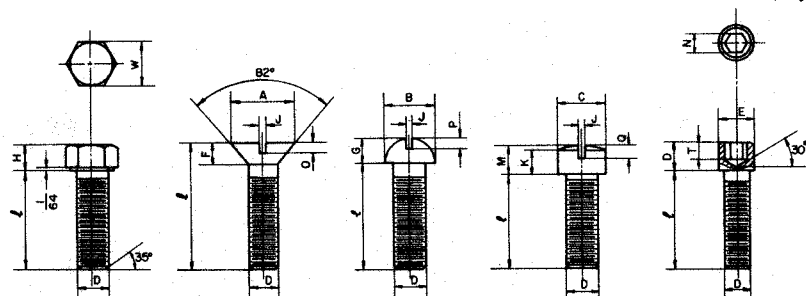
dimensões em polegada



cabeça chata      cabeça boleada      cabeça oval      cabeça cilíndrica boleada

Tamanho nominal	Diâmetro D	Filetes por polegada		Diâmetro da cabeça (máx.)			Altura da cabeça (máx.)					Largura da fenda (máx.)	Profundidade da fenda (máx.)				
		grossa	fina	A	B	C	E	F	G	H	K		J	L	M	N	O
0	0,060	—	80	0,119	0,113	0,096	0,035	0,053	0,056	0,045	0,059	0,023	0,015	0,039	0,030	0,025	
1	0,073	64	72	0,146	0,138	0,118	0,043	0,061	0,068	0,053	0,071	0,026	0,019	0,044	0,038	0,031	
2	0,086	56	64	0,172	0,162	0,140	0,051	0,069	0,080	0,062	0,083	0,031	0,023	0,048	0,045	0,037	
3	0,099	48	56	0,199	0,187	0,161	0,059	0,078	0,092	0,070	0,095	0,035	0,027	0,053	0,052	0,043	
4	0,112	40	48	0,225	0,211	0,183	0,067	0,086	0,104	0,079	0,107	0,039	0,030	0,058	0,059	0,048	
5	0,125	40	44	0,252	0,236	0,205	0,075	0,098	0,118	0,088	0,120	0,043	0,034	0,063	0,067	0,054	
6	0,138	32	40	0,279	0,260	0,226	0,083	0,103	0,128	0,096	0,132	0,048	0,038	0,068	0,074	0,060	
8	0,164	32	36	0,332	0,309	0,270	0,100	0,120	0,152	0,113	0,156	0,054	0,045	0,077	0,088	0,071	
10	0,190	24	32	0,385	0,359	0,313	0,116	0,137	0,176	0,130	0,180	0,060	0,053	0,087	0,103	0,083	
12	0,216	24	28	0,438	0,408	0,357	0,132	0,153	0,200	0,148	0,205	0,067	0,060	0,096	0,117	0,094	
1/4	0,250	20	28	0,507	0,472	0,414	0,153	0,175	0,232	0,170	0,237	0,075	0,070	0,109	0,136	0,109	
5/16	0,3125	18	24	0,635	0,590	0,518	0,191	0,216	0,290	0,211	0,295	0,094	0,088	0,132	0,171	0,137	
3/8	0,375	16	24	0,762	0,708	0,622	0,230	0,256	0,347	0,253	0,355	0,094	0,106	0,155	0,206	0,164	
7/16	0,4375	14	20	0,812	0,750	0,625	0,223	0,248	0,345	0,265	0,368	0,094	0,103	0,166	0,210	0,170	
1/2	0,500	13	20	0,875	0,813	0,750	0,223	0,248	0,345	0,265	0,368	0,094	0,103	0,166	0,210	0,170	
9/16	0,5625	12	18	1,000	0,938	0,812	0,260	0,410	0,410	0,336	0,466	0,118	0,120	0,242	0,250	0,214	
5/8	0,625	11	18	1,125	1,000	0,875	0,298	0,438	0,467	0,375	0,521	0,133	0,137	0,258	0,265	0,240	
3/4	0,750	10	16	1,375	1,250	1,000	0,372	0,547	0,578	0,441	0,612	0,149	0,171	0,320	0,353	0,281	

dimensões em polegada



Diâmetro nominal	Diâmetro da cabeça (máx.)						Altura da cabeça (máx.)					Largura da fenda (máx.)	Profundidade da fenda (máx.)				Sextavado interno (mín.)	
	D	A	B	C	E	W	F	G	H (nom.)	K	M		J	O	P	Q	N	T
1/4	0,500	0,437	0,375	3/8	7/16	0,140	0,191	5/32	0,172	0,216	0,075	0,068	0,117	0,097	3/16	0,120		
5/16	0,625	0,562	0,437	7/16	1/2	0,177	0,245	13/64	0,203	0,253	0,084	0,086	0,151	0,115	7/32	0,151		
3/8	0,750	0,625	0,562	9/16	9/16	0,210	0,273	15/64	0,250	0,314	0,094	0,103	0,168	0,142	5/16	0,182		
7/16	0,8125	0,750	0,625	5/8	5/8	0,210	0,328	9/32	0,297	0,368	0,094	0,103	0,202	0,168	5/16	0,213		
1/2	0,875	0,812	0,750	3/4	3/4	0,210	0,354	5/16	0,328	0,413	0,106	0,103	0,218	0,193	3/8	0,245		
9/16	1,000	0,937	0,812	13/16	13/16	0,244	0,409	23/64	0,375	0,467	0,118	0,120	0,252	0,213	3/8	0,276		
5/8	1,125	1,000	0,875	7/8	15/16	0,281	0,437	25/64	0,422	0,521	0,133	0,137	0,270	0,239	1/2	0,307		
3/4	1,375	1,250	1,000	1	1 1/8	0,352	0,546	15/32	0,500	0,612	0,149	0,171	0,338	0,283	9/16	0,370		
7/8	1,625	1,500	1,250	1 1/8	1 1/8	0,423	0,643	35/64	0,594	0,720	0,167	0,206	0,398	0,334	5/8	0,432		
1	1,875	1,750	1,500	1 1/2	1 1/2	0,494	0,742	39/64	0,656	0,803	0,188	0,240	0,400	0,371	5/8	0,485		
1 1/8	2,062	1,937	1,687	1 1/2	1 1/2	0,529	0,791	43/64	0,686	0,856	0,196	0,257	0,417	0,385	3/4	0,535		
1 1/4	2,312	2,187	1,937	1 3/4	1 3/4	0,600	0,860	28/32	0,768	0,944	0,211	0,291	0,451	0,420	3/4	0,620		
1 3/8	2,562	2,437	2,187	1 7/8	1 7/8	0,685	0,965	27/32	0,856	1,056	0,226	0,326	0,496	0,465	3/4	0,682		
1 1/2	2,812	2,687	2,437	2	2	0,742	1,062	15/16	0,969	1,209	0,258	0,380	0,560	0,529	1	0,745		



# PARAFUSOS, PORCAS E ARRUELAS (NORMA AMERICANA)

## PARAFUSOS - SÉRIE REGULAR (ASA B 18.2 - 1955)

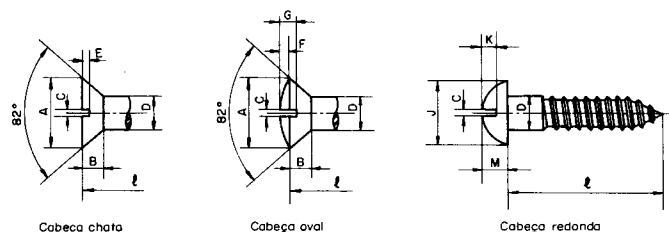
(1) Cabeça quadrada com diâmetro nominal de 1/4 a 1 5/8 somente

Dimensões em polegada

Diâmetro nominal	Dimensões da cabeça do parafuso				Dimensões da porca			
	Entre lados		Altura		Entre lados		Altura p/ regular	
	Hexagonal e quadrado sem acabamento e com acab. parcial (1)	Quadrado sem acabamento	Hexagonal sem acabamento	Hexagonal com acabamento parcial	Hexagonal e quadrado sem acab. parcial	Quadrado e hexagonal sem acab.	Hexagonal e hexagonal com fenda acab. parcial	Hexagonal sem acab. parcial
1/4	3/8 eq. 7/16 hex.	11/64	11/64	5/32	7/16	7/32	13/64	5/32
5/16	1 1/8	13/64	7/32	13/64	9/16	17/64	1/4	3/16
3/8	9/16	1 1/4	15/64	5/8	21/64	5/16	7/32	13/64
7/16	5/8	19/64	19/64	9/32	3/4	23/64	1/4	15/64
1/2	3/4	21/64	11/32	5/16	13/16	7/16	27/64	5/16
9/16	15/16	27/64	27/64	25/64	1	7/8	31/64	11/32
5/8	1 1/8	1 1/2	15/32	1 1/8	21/32	11/16	3/8	23/32
3/4	1 5/16	19/32	37/64	35/64	1 1/2	49/64	3/4	1 1/2
1	1 1/2	21/32	43/64	39/64	1 1/2	7/8	55/64	9/16
1 1/8	1 11/16	3/4	5/4	11/16	1 11/16	1	31/32	5/8
1 1/4	1 7/8	27/32	27/32	25/32	1 7/8	1 3/32	3/4	23/32
1 5/8	2 1/16	29/32	29/32	27/32	2 1/16	1 13/64	1 11/64	13/64
1 7/8	2 1/4	1	1	15/16	2 1/4	1 5/16	1 9/32	7/8
2	2 7/16	1 3/32	1	2	2 7/16	1 25/64	1	29/32
2 1/4	2 5/8	1 5/32	1 3/32	2 5/8	2 5/8	1 1/2	1	31/32
2 1/2	3	1 7/32	1 7/32	2 13/16	2 13/16	1 39/64	1 1/32	1 1/32
2 3/4	3 3/8	1 1/2	1 1/2	3 3/8	3 3/8	1 59/64	1 13/64	1 13/64
3	4 1/8	1 13/16	1 11/16	4 1/8	4 1/8	2 23/64	1 37/64	1 37/64
3 1/2	4 1/2	2	2	4 1/2	4 1/2	2 37/64	1 45/64	1 45/64

## PARAFUSOS PARA MADEIRA (ASA B 18.6.1 - 1956)

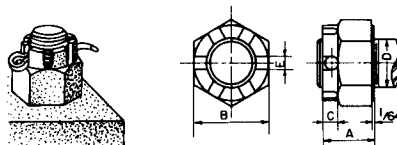
Dimensões em polegada



Rosca Nº	Diâm. D	A máx.	B máx.	C máx.	E máx.	F máx.	G máx.	J máx.	K máx.	M máx.	Filates por pol.
0	0,060	0,119	0,035	0,023	0,015	0,021	0,030	0,113	0,039	0,053	32
1	0,073	0,146	0,043	0,026	0,019	0,025	0,038	0,138	0,044	0,061	28
2	0,086	0,172	0,051	0,031	0,023	0,029	0,045	0,162	0,048	0,069	26
3	0,099	0,199	0,059	0,035	0,027	0,033	0,052	0,187	0,053	0,078	24
4	0,112	0,225	0,067	0,039	0,030	0,037	0,059	0,211	0,058	0,088	22
5	0,125	0,252	0,075	0,043	0,034	0,041	0,067	0,236	0,063	0,095	20
6	0,138	0,279	0,083	0,048	0,038	0,045	0,074	0,260	0,068	0,103	18
7	0,151	0,305	0,091	0,048	0,041	0,049	0,081	0,285	0,072	0,111	16
8	0,164	0,332	0,100	0,054	0,045	0,052	0,088	0,309	0,077	0,120	15
9	0,177	0,358	0,108	0,054	0,049	0,056	0,095	0,334	0,082	0,128	14
10	0,190	0,385	0,116	0,060	0,053	0,060	0,103	0,359	0,087	0,137	13
12	0,216	0,438	0,132	0,067	0,060	0,068	0,117	0,408	0,096	0,153	11
14	0,242	0,491	0,148	0,075	0,068	0,076	0,132	0,457	0,106	0,170	10
16	0,268	0,544	0,164	0,075	0,075	0,084	0,146	0,506	0,115	0,187	9
18	0,294	0,597	0,180	0,084	0,083	0,092	0,160	0,555	0,125	0,204	8
20	0,320	0,650	0,196	0,084	0,090	0,100	0,175	0,604	0,134	0,220	8
24	0,372	0,756	0,228	0,094	0,105	0,116	0,204	0,702	0,154	0,254	7

## PORCA CASTELO (AMERICAN STANDARD, ASA B 18.2 - 1955)

Dimensões em polegada



Tamanho nominal	Filletes por polegada		Altura	Entre lados	Fenda		Diâmetro da parte cilíndrica mín.
	UNC	UNF			Prof.	Longura	
D			A	B			
1/4	20	28	9/32	7/16	0,094	0,078	0,371
5/16	18	24	21/64	1/2	0,084	0,094	0,425
3/8	16	24	13/32	9/16	0,125	0,125	0,478
7/16	14	20	29/64	11/16	0,156	0,125	0,582
1/2	13	20	9/16	3/4	0,156	0,156	0,637
9/16	12	18	39/64	7/8	0,188	0,156	0,744
5/8	11	18	23/32	15/16	0,219	0,188	0,797
3/4	10	16	13/16	1 1/8	0,250	0,188	0,941
7/8	9	14	29/32	1 5/16	0,250	0,188	1,097
1	8	12	1 1/2	1 1/2	0,281	0,250	1,254
1 1/8	7	12	1 5/32	1 11/16	0,344	0,250	1,411



PORCA HEXAGONAL

PORCA QUADRADA

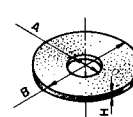
(ASA B 18.2 - 1955)

Dimensões em polegada

		Diâmetro nominal												
		0	1	2	3	4	5	6	8	10	12	1/4	5/16	3/8
Entre lados (nom.)		5/32	5/32	3/16	3/16	1/4	5/16	5/16	11/32	3/8	7/16	7/16	9/16	5/8
Entre vértices	{ hexagonal quadrada	0,171	0,171	0,205	0,205	0,275	0,344	0,344	0,378	0,413	0,482	0,482	0,621	0,692
		0,206	0,206	0,247	0,247	0,331	0,415	0,415	0,456	0,497	0,581	0,581	0,748	0,833
Altura (nom.)		3/64	3/64	1/16	1/16	3/32	7/64	7/64	1/8	1/8	5/32	3/16	7/32	1/4

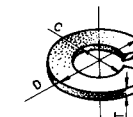
## ARRUELA LISA (ASA B 27.2 - 1953)

Dimensões em polegada



## ARRUELA DE PRESSÃO (ASA B 27.1 - 1950)

(ASA B 27.1 - 1950)

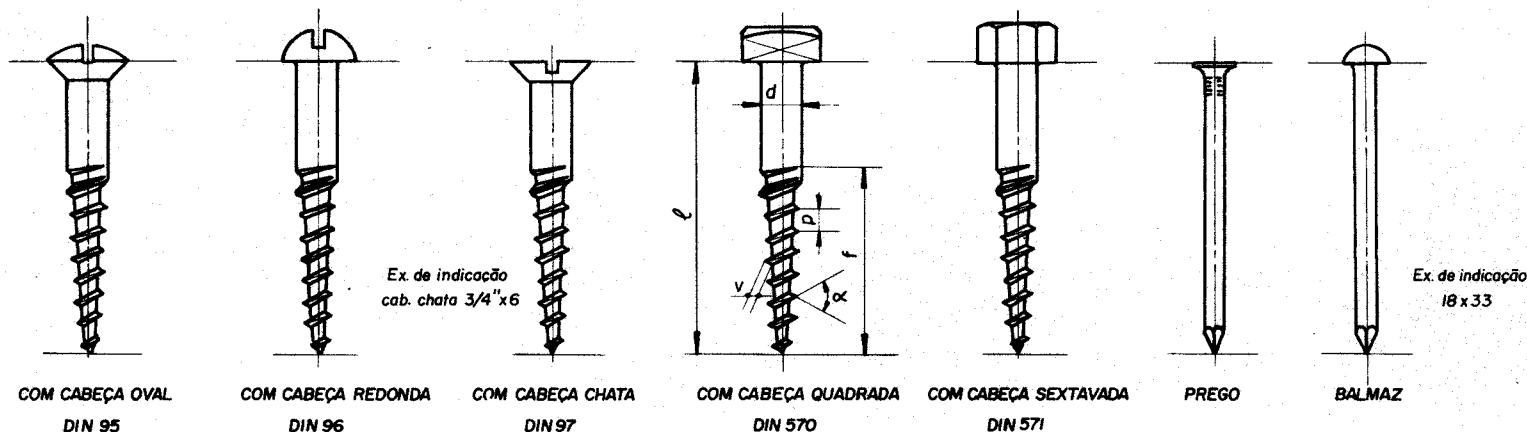


Dimensões em polegada

Tamanho nominal	FINA			MÉDIA		
	A ID	B OD	H espes.	A ID	B OD	H espes.
1/4	9/32	5/8	0,065	5/16	3/4	0,065
5/16	11/32	11/16	0,065	3/8	3/4	0,065
3/8	13/32	13/16	0,065	7/16	7/8	0,083
7/16	15/32	59/64	0,065	1/2	1 1/8	0,083
1/2	17/32	1 1/16	0,095	9/16	1 1/4	0,109
9/16	19/32	1 3/16	0,095	5/8	1 3/8	0,109
5/8	21/32	1 5/16	0,095	11/16	1 1/2	0,134
3/4	15/16	1 1/2	0,134	13/16	1 3/4	0,148
7/8	15/16	1 3/4	0,134	15/16	2	0,165
1	1 1/16	2	0,134	1 1/16	2 1/4	0,165
1 1/8	1 3/16	2 1/2	0,165	1 5/16	2 3/4	0,165
1 1/4	1 7/16	3	0,180	1 9/16	3 1/4	0,180
1 1/2	1 11/16	3 1/2	0,180	1 5/8	3 3/4	0,180

Tamanho nominal	FINA			MÉDIA		
	C ID	D OD (máx.)	T espes. (mín.)	C ID	D OD (máx.)	T espes. (mín.)
1/4	0,255	0,489	0,047	0,493	0,662	0,062
5/16	0,319	0,575	0,056	0,581	0,778	0,078
3/8	0,382	0,678	0,070	0,688	0,904	0,094
7/16	0,446	0,780	0,085	0,784	1,099	0,109
1/2	0,509	0,877	0,099	0,879	1,225	0,125
9/16	0,573	0,975	0,113	0,979	1,411	0,141
5/8	0,636	1,082	0,126	1,086	1,556	0,156
11/16	0,700	1,178	0,138	1,184	1,722	0,172
3/4	0,763	1,277	0,153	1,279	1,888	0,188
7/8	0,890	1,470	0,179	1,474	2,119	0,219
1	1,017	1,656	0,202	1,672	2,350	0,250
1 1/8	1,144	1,837	0,224	1,865	2,581	0,281
1 1/4	1,271	2,012	0,244	2,068	2,812	0,312
1 3/8	1,398	2,183	0,264	2,253	3,044	0,344
1 1/2	1,525	2,352	0,282	2,446	3,275	0,375

# PARAFUSOS PARA MADEIRA, PREGOS E BALMAZES



Para  $d > 10\text{mm}$ , usar com cabeça quadrada ou sextavada

$f = 0,65 \div 0,5 \ell$   $p = 0,45 d$   $v = 0,15 d$   $\alpha = 60^\circ \pm 5^\circ$  (Para as proporções das cabeças vide tipos de parafusos neste Prontuário.)

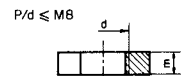
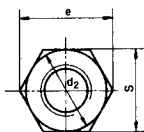
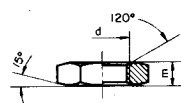
PARAFUSOS PARA MADEIRA				
Comprimento $\ell$	nº da grossura		Nº	Equivalente mm
	de	até		
1/4"	0	3	0	1,47
3/8"	0	6	1	1,80
1/2"	0	10	2	2,14
5/8"	1	12	3	2,47
3/4"	3	16	4	2,81
7/8"	3	16	5	3,14
1"	4	20	6	3,47
1-1/8"	4	20	7	3,81
1-1/4"	4	20	8	4,14
1-1/2"	4	20	9	4,48
1-3/4"	5	20	10	4,81
2"	5	20	11	5,15
2-1/4"	8	20	12	5,48
2-1/2"	8	20	13	5,81
2-3/4"	10	20	14	6,15
3"	10	20	15	6,48
3-1/2"	12	20	16	6,82
4"	12	20	17	7,15
			18	7,49
			20	8,15

PREGOS E BALMAZES											
TAMANHOS NORMAIS				GROSSURA				COMPRIMENTO			
Diâmetro PG	Comprimento LP			Diâmetro PG	Comprimento LP			LP	mm	LP	mm
5	5			16	21	24	27	5	11,50	24	55,20
6	6			17	21	24	27	6	13,80	27	62,10
7	7			18	24	27	30	7	16,10	30	69,00
8	8			19	27	30	33	8	18,40	33	75,90
9	9			20	30	33	36	9	20,70	36	82,80
10	10	12		21	42	45	48	10	23,00	42	96,60
11	11			22	42	45	48	11	25,30	45	103,50
12	12	13		23	54			12	27,60	48	110,40
13	15	18		24	60			15	34,50	54	124,20
14	15	18	21	25	60	66		18	43,40	60	138,00
15	15	18	21	26	72			21	48,30	66	151,80
										72	165,60

# PORCAS SEXTAVADAS

## PORCAS SEXTAVADAS CHATAS (acab. fino e médio)

De acordo com a P-PB-170 (ABNT)



Designação: porca sextavada chata, com rosca M16 de passo 1,5 mm, de aço carbono, acabamento médio conforme P-PB-170. Porca M16 x 1,5 - aço, P-PB-170

## PORCAS CASTELO (Acab. fino, médio e grosso)

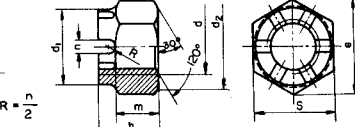
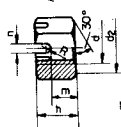
De acordo com a P-PB-172

Designação: porca castelo, com rosca

M16, de aço e classe de resist. B, acabamento fino

Porca M16 - B - f - P-PB-172

P/d ≤ 10

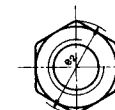
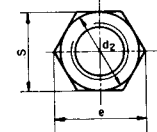
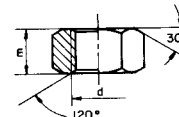


Dimensões em mm

Diâmetro d		d <sub>2</sub>		e <sub>min</sub>		m	S	Peso (kg) para 1000 porcas com rosca	
Passo normal	Passo fino	min		Acabamento				normal	fino
				fino	média	(0,5 d)			
M 1,6		2,88	3,48			0,8	3,2	0,047	
M 2		3,60	4,38			1	4,0	0,088	
M 2,5		4,50	5,51			1,25	5,0	0,175	
M 3		4,95	6,08			1,5	5,5	0,240	
M 3,5		5,4	6,64			1,75	6,0	0,322	
M 4		6,3	7,74			2	7,0	0,508	
M 5		7,2	8,87	8,63		2,5	8,0	0,765	
M 6		9,0	11,05	10,89		3	10	1,56	
M 7		9,9	12,12	11,94		3,5	11	1,95	
M 8	M 8 x 1	11,7	14,38	14,20		4	13	4,0	4,10
M 10	M 10 x 1,25	15,3	18,90	18,72		5	17	8,60	8,50
M 12	M 12 x 1,25	17,1	21,10	20,88		6	18	12,10	12,0
M 14	M 14 x 1,5	19,8	24,49	23,91		7	22	18,2	17,8
M 16	M 16 x 1,5	21,6	26,75	26,17		8	24	20,1	19,5
M 18	M 18 x 1,5	24,3	30,14	29,56		9	27	29,6	28,9
M 20	M 20 x 1,5	27,0	33,53	32,95		10	30	36,3	35,4
M 22	M 22 x 1,5	28,8	35,72	35,03		11	32	43,8	42,8
M 24	M 24 x 2	32,4	39,98	39,55		12	36	58,0	55,8
M 27	M 27 x 2	36,9	45,63	45,20		13,5	41	90,0	87,0
M 30	M 30 x 2	41,4	51,28	50,85		15	46	111	110
M 33	M 33 x 2	45,0	55,80	55,37		16,5	50	155	150
M 36	M 36 x 3	49,5	61,31	60,79		18	55	190	187
M 39	M 39 x 3	54	66,86	66,44		19,5	60	260	254
M 42	M 42 x 3	62	72,61	72,09		21	65	307	300
M 45	M 45 x 3	66	78,26	77,74		22,5	70	400	390
M 48	M 48 x 3	71	83,91	83,39		24	75	460	450
M 52	M 52 x 3	76	89,56	89,04		26	80	580	560

## PORCA SEXTAVADA (Acab. fino e médio)

De acordo com a P-PB-169 (ABNT)



acima de M105 x 6

Designação: porca sextavada com rosca M16 de passo 1,5 mm, de aço, classe de resistência 5, acabamento médio conforme P-PB-169

Porca M116 x 1,5 - 5 - P-PB-169

Diâmetro d		d <sub>2</sub> mm	e <sub>min</sub>		e <sub>2</sub> mm	m	S	Peso (kg) para 1000 porcas com rosca	
Passo normal	Passo fino		Acabamento					normal	fina
			fino	média					
M 1,6		2,88	3,48		—	1,3	3,2	0,076	—
M 2		3,60	4,38		—	1,6	4,0	0,143	—
M 2,5		4,50	5,51		—	2,0	5,0	0,280	—
M 3		4,95	6,09		—	2,4	5,5	0,384	—
M 3,5		5,4	6,64		—	2,8	6,0	0,514	—
M 4		6,3	7,74		—	3,2	7,0	0,812	—
M 5		7,2	8,87	8,63	—	4,0	8,0	1,23	—
M 6		9,0	11,05	10,89	—	5,0	10	2,50	—
M 7		9,9	12,12	11,94	—	5,5	11	3,12	—
M 8	M 8 x 1	11,7	14,38	14,20	—	6,5	13	6,50	—
M 10	M 10 x 1,25	15,3	18,90	18,72	—	8	17	11,6	—
M 12	M 12 x 1,25	17,1	21,10	20,88	—	10	19	17,3	—
M 14	M 14 x 1,5	19,8	24,49	23,91	—	11	22	25,0	6,3
M 16	M 16 x 1,5	21,6	26,75	26,17	—	13	24	33,3	11,4
M 18	M 18 x 1,5	24,3	30,14	29,56	—	15	27	49,4	17,2
M 20	M 20 x 1,5	27,0	33,53	32,95	—	16	30	64,4	24,5
M 22	M 22 x 1,5	28,8	35,72	35,03	—	18	32	79,0	32,6
M 24	M 24 x 2	32,4	39,98	39,55	—	19	36	110	48,2
M 27	M 27 x 2	36,9	45,63	45,20	—	22	41	166	62,8
M 30	M 30 x 2	41,4	51,28	50,85	—	24	46	223	77,2
M 33	M 33 x 2	45,0	55,80	55,37	—	26	50	288	106
M 36	M 36 x 3	49,5	61,31	60,79	—	29	55	393	161
M 39	M 39 x 3	54	66,86	66,44	—	31	60	502	221
M 42	M 42 x 3	62	72,61	72,09	—	34	65	652	279
M 45	M 45 x 3	66	78,26	77,74	—	36	70	800	387
M 48	M 48 x 3	71	83,91	83,39	—	38	75	977	492
M 52	M 52 x 3	76	89,56	89,04	—	42	80	1220	636
M 56	M 56 x 4	81	95,07	94,47	—	45	85	1420	780
M 60	M 60 x 4	85	100,72	100,12	—	48	90	1690	949
M 64	M 64 x 4	90	106,37	105,77	—	51	95	1980	1180
M 68	M 68 x 4	95	112,02	111,42	—	54	100	2300	1410
M 72 x 6	M 72 x 4	100	117,67	117,07	—	58	105	2670	1650
M 76 x 6	M 76 x 4	105	123,32	122,72	—	61	110	3040	1930
M 80 x 6	M 80 x 4	110	128,97	128,37	—	64	115	3440	2250
M 85 x 6	M 85 x 4	115	134,62	134,02	—	68	120	3930	2610
M 90 x 6	M 90 x 4	125	145,77	145,09	—	72	130	4930	2970
M 95 x 6	M 95 x 4	130	151,42	150,74	—	76	135	5570	3370
M 100 x 6	M 100 x 4	140	162,72	162,04	—	80	145	6820	3780
M 105 x 6	M 105 x 4	145	168,37	167,69	165	84	150	7600	4830
M 110 x 6	M 110 x 4	150	174,02	173,34	170	88	155	8200	5380
M 115 x 6	M 115 x 4	160	185,32	184,64	180	92	165	10100	6700
M 120 x 6	M 120 x 4	165	190,97	190,29	186	96	170	11700	7400
M 125 x 6	M 125 x 4	175	202,27	201,59	196	100	180	13000	8100
M 130 x 6		180	207,75	206,96	200	104	185	13800	10000
M 140 x 6		195	224,70	223,91	218	112	200	17500	11600
M 150 x 6		205	236,00	235,21	230	120	210	20000	12700

Dimensões em mm

Diâmetro nominal d		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	h	m	n	S	Contra pino P-PB-172		Número de ranhuras	Peso (kg) para 1000 porcas com rosca	
Passo normal	Passo fino							Acabamento			normal	fino
								fino	médio e grosso			
M 4			8,3	5	3,2	1,2	7	1 x 10	7,74		1,12	
M 5			7,2	6	4,0	1,4	8	1,2 x 12	8,87		2,30	
M 6			9,0	7,5	5	2	10	1,6 x 15	11,05		3,16	
M 7			9,9	8	5,5	2	11	1,6 x 15	12,12		3,96	
M 8	M 8 x 1		11,7	9,5	6,5	2,5	13	2 x 18	14,38		7,35	
M 10	M 10 x 1,25		15,3	12	8	2,8	17	2,5 x 22	18,90		15,6	
M 12	M 12 x 1,25	17	17,1	15	10	3,5	19	3,2 x 25	21,10	20,88	22,4	
M 14	M 14 x 1,5	19	19,8	16	11	3,5	22	3,2 x 28	24,49	23,91	25,6	
M 16	M 16 x 1,5	22	21,6	19	13	4,5	24	4 x 30	26,75	26,17	30,9	37,9
M 18	M 18 x 1,5	25	24,3	21	15	4,5	27	4 x 35	30,14	29,56	57,0	56,0
M 20	M 20 x 1,5	28	27	22	16	4,5	30	4 x 40	33,53	32,95	75,2	73,3
M 22	M 22 x 1,5	30	28,8	26	18	5,5	32	5 x 40	35,72	35,03	93,0	90,7
M 24	M 24 x 2	34	32,4	27	19	5,5	36	5 x 45	39,98	39,55	131	126
M 27	M 27 x 2	38	36,9	30	22	5,5	41	5 x 50	45,63	45,20	192	187
M 30	M 30 x 2	42	41,4	33	24	7	46	6,3 x 55	51,28	50,85	264	254
M 33	M 33 x 2	46	45	35	26	7	50	6,3 x 60	55,80	55,37	333	320
M 36	M 36 x 3	40	49	38	29	7	55	6,3 x 65	61,31	60,79	447	438
M 39	M 39 x 3	55	54	40	31	7	60	6,3 x 70	66,96	66,44	584	573

Diâmetro nominal d		d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	h	m	n	S	Contra pino P-PB-172	Ø min		Número de ranhuras	Peso (kg) para 1000 porcas com rosca	
Passo normal	Passo fino								Acabamento			normal	fina
									fino	médio e grosso			
M 42	M 42 x 3	58	62	46	34	9	65	8 x 75	72,61	72,09	8	710	680
M 45	M 45 x 3	62	66	48	36	9	70	8 x 75	78,26	77,26		880	835
M 48	M 48 x 3	65	71	50	38	9	75	8 x 80	83,91	83,39		1060	1000
M 52	M 52 x 3	70	76	54	42	9	80	8 x 90	89,56	89,04		1260	1220
M 56	M 56 x 4	75	81	57	45	9	85	8 x 100	95,07	94,47		1500	1480
M 60	M 60 x 4	80	85	63	48	11	90	10 x 100	100,72	100,12		1800	1480
M 64	M 64 x 4	85	90	66	51	11	100	10 x 100	106,37	105,77	10	2150	2100
M 68	M 68 x 4	90	95	69	54	11	105	10 x 110	112,02	111,42		2500	2430
M 72 x 6	M 72 x 4	95	100	73	58	11	110	10 x 110	117,67	117,07		2900	2830
M 76 x 6	M 76 x 4	100	105	76	61	11	115	10 x 120	123,32	122,72		3300	3200
M 80 x 6	M 80 x 4	105	110	79	64	11	120	10 x 140	128,97	128,37		3700	3600
M 85 x 6		110	115	88	68	11	130	13 x 140	134,62	134,02			3900
M 90 x 6	M 90 x 4	120	125	92	72	11	135	13 x 140	145,77	145,09	10	5450	5150
M 95 x 6		125	130	96	76	11	135	13 x 140	151,42	150,74			5900
M 100 x 6	M 100 x 4	130	140	100	80	11	145	13 x 160	162,72	162,04		7600	7550

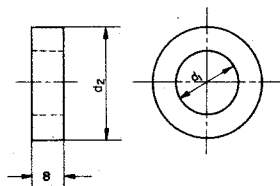
# PORCAS, ARRUELAS E CONTRAPINOS

## ARRUELAS PARA ESTRUTURAS METÁLICAS (TOLERÂNCIA GROSSA)

De acordo com a P-PB-43 (ABNT)

Designação de uma arruela com furo de 17,5mm de comprimento: Arruela 17,5 P-PB-43

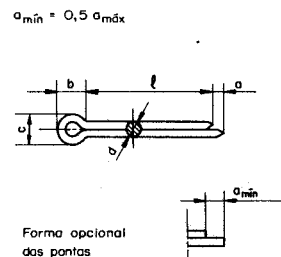
dimensões em mm



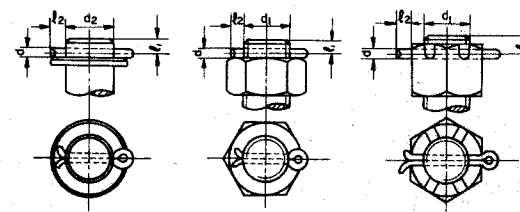
d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	Peso aprox. de 1000 arr. de aço kg	Para parafusos
11,5 +0,5	21 -0,8	15,2	M 10
13,5 +0,5	24 -0,8	19,5	M 12
17,5 +0,5	30 -0,8	29,3	M 16
21,5 +0,6	36 -1,2	41,5	M 20
24 +0,6	40 -1,2	51,0	M 22
26 +0,6	44 -1,2	61,5	M 24
29 +0,6	50 -1,2	81,6	M 27
32 +0,8	56 -1,5	104	M 30
35 +0,8	60 -1,5	117	M 33
38 +0,8	68 -1,5	157	M 36

## CONTRAPINOS - De acordo com a norma P-PB-171 (ABNT)

Designação de um contrapino de diâmetro nominal 3,2 (diâmetro do furo) comprimento 50 mm de aço carbono: Contrapino 3,2 x 50 - Aço - P-PB-171

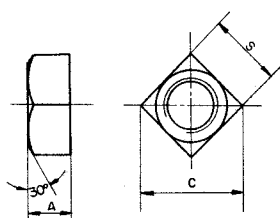


EXEMPLOS DE APLICAÇÃO



## PORCA QUADRADA (TOLERÂNCIA GROSSA) - De acordo com a P-PB-51 (ABNT)

Designação de uma porca quadrada com rosca M16: Porca M16 P-PB-51



Dimensões em mm

Rosca NB-97	Passo	S	A	~C	Peso aprox. de 1000 porcas de aço kg
M 5	0,8	8 ±0,3	4 ±0,2	11,3	1,31
M 6	1,0	10 ±0,3	5 ±0,2	14,1	2,77
M 8	1,25	13 ±0,4	6,5 ±0,3	18,4	5,50
M 10	1,5	17 ±0,4	8 ±0,4	24,0	13,0
M 12	1,75	19 ±0,4	10 ±0,4	26,9	19,1
M 16	2	24 ±0,4	13 ±0,6	33,9	38,2
M 20	2,5	30 ±0,5	16 ±0,8	42,4	73,5

ℓ = 6-8-10-12-14-16-18-20-22-25-28-32-36-40-45-50-56-63-71-80-90-100-112-125-140-160-180-200  
conforme o diâmetro

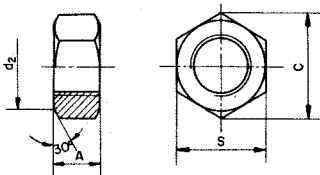
Dimensões em mm

Diâmetro nominal	1	1,2	1,6	2	2,5	3,2	4	5	6,3	8	10	13
d	máximo	0,9	1	1,4	1,8	2,3	2,9	3,7	4,6	5,9	7,5	9,5
d	mínimo	0,8	0,9	1,3	1,7	2,1	2,7	3,5	4,4	5,7	7,3	9,3
a	máximo	1,6	2,5	2,5	2,5	3,2	4	4	4	4	6,3	6,3
b	máximo	3	3	3,2	4	5	6,4	8	10	12,6	16	20
c	máximo	1,8	2	2,8	3,6	4,6	5,8	7,4	9,2	11,8	15	19
c	mínimo	1,6	1,7	2,4	3,2	4	5,1	6,5	8	10,3	13,1	16,6
d <sub>1</sub>	acima de	3,5	4,5	5,5	7	9	11	14	20	27	39	56
d <sub>1</sub>	até	4,5	5,5	7	9	11	14	20	27	39	56	80
d <sub>2</sub>	acima de	3	4	5	6	8	9	12	17	23	29	44
d <sub>2</sub>	até	4	5	6	8	9	12	17	23	29	44	69
ℓ <sub>1</sub>	mínimo	1,5	1,8	2,3	2,8	3,5	4,6	5,5	7	9,2	12	14
ℓ <sub>2</sub>	mínimo	4	5	5	6	6	8	8	10	12	14	16

## PORCA SEXTAVADA (QUALIDADE GROSSA) - De acordo com a P-PB-44 (ABNT)

Designação de uma porca sextavada qualidade grossa M10 de classe 5: Porca 5-M10 P-PB-44

Dimensões em mm

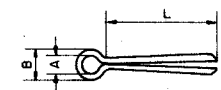


Evitar valores entre parênteses

Até M36, classe de resistência 5. A partir de M42 5 ou 4.

Porca	d <sub>2</sub> mín	C mín	A	S	Peso aprox. de 1000 porcas de aço kg
M 5	7,2	8,63	4	8	1,11
M 6	9,0	10,89	5	10	2,32
M 8	11,7	14,20	6,5	13	4,62
M 10	15,3	18,72	8	17	10,9
M 12	17,1	20,88	10	19	15,9
M 16	21,6	26,17	13	24	30,8
M 20	27,0	32,95	16	30	60,3
(M 22)	28,8	35,03	18	32	80,2
M 24	32,4	39,55	19	36	103
(M 27)	36,9	45,20	22	41	154
M 30	41,4	50,85	24	46	216

## CONTRAPINOS - De acordo com a norma americana



Dimensões em polegada

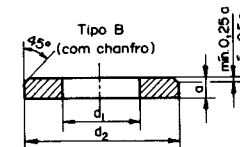
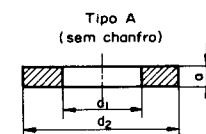
Parafuso (NC)	Diâmetro do furo	A	B	Broca N°	L	
					curto	longo
1/4	1/16	3/32	5/32	48	1/2	5/8
5/16	1/16	3/32	5/32	48	5/8	3/4
3/8	3/32	1/8	7/32	36	3/4	7/8
7/16	3/32	1/8	7/32	36	3/4	1
1/2	3/32	1/8	7/32	36	7/8	1 1/8
9/16	1/8	5/32	9/32	28	1	1 1/4
5/8	1/8	5/32	9/32	28	1 1/8	1 3/8
3/4	1/8	5/32	9/32	28	1 1/4	1 1/2
7/8	1/8	5/32	9/32	28	1 3/8	1 3/4
1	1/8	5/32	9/32	28	1 5/8	2

# ARRUELAS

## ARRUELA LISA (ACABAMENTO FINO E MÉDIO)

Designação de uma arruela lisa tipo A de diâmetro nominal de 16 mm, diâmetro externo de 30 mm, de aço, acabamento fino conforme P-PB-173: Arruela A 16 x 30 Aço-f-P-PB-173

Para informações mais detalhadas consultar P-PB-173 (ABNT)



Dimensões em mm

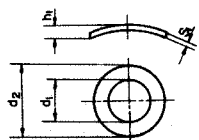
Diâm. nominal (diâm. da rosca)	Espessura a	Acabamento fino					Acabamento médio					
		Diâm. interno d <sub>1</sub>	Diâmetro externo d <sub>2</sub>				Diâm. interno d <sub>1</sub>	Diâmetro externo d <sub>2</sub>				
			Séries					Séries				
			1	2	3	4		1	2	3	4	5
1	0,3	1,1	2,5	—	—	3						
1,2	0,3	1,3	3	—	—	3,5						
1,4	0,3	1,5	3	—	—	4						
1,6	0,3	1,7	3,5	4	—	5						
1,8	0,3	1,9	4	—	—	6						
	0,5											
2	0,3	2,2	4,5	5	—	6						
	0,5											
2,2	0,3	2,4	4,5	—	—	7						
	0,5											
2,5	0,5	2,7	5	6,5	—	8						
	0,8											
3	0,5	3,2	6	7	—	9						
	0,8											
3,5	0,5	3,7	7	8	—	11						
	0,8											
4	0,5	4,3	8	—	—	—						
	0,8											
	1					12,5						
4,5	0,8	4,8	9	—	—	14						
	1											
5	1,6	5,3	9,5	10	—	15	5,5	—	10	—	15	—
	2											18
6	1,6	6,4	11	—	—	—	6,6	—	12,5	—	—	—
	2					18					18	22
7	1,6	7,4	—	14	—	—	7,6	—	14	—	—	—
	2					21					21	24
8	1,6	8,4	14	17	—	—	9	—	17	—	—	—
	2					21					24	—
	2,5					24					28	—
10	2	10,5	18	21	24	—	11	18	21	24	—	—
	2,5					30					30	—
	3					—					—	34
12	2,5	13	20	24	28	—	14	20	24	28	—	—
	3					37					37	—
	4					—					—	45
14	2,5	15	24	28	30	—	16	24	28	30	—	—
	3					44					44	—
	4					—					—	52
16	2,5	17	27	—	—	—	18	27	—	—	—	—
	3					30					30	—
	4					34					34	—
						50					50	58
18	3	19	30	34	37	—	20	30	34	37	—	—
	4					56					56	—
	5					—					—	62

Diâm. nominal (diâm. da rosca)	a Espessura	Acabamento fino					Acabamento médio					
		Diâm. interno d <sub>1</sub>	Diâmetro externo d <sub>2</sub>				Diâm. interno d <sub>1</sub>	Diâmetro externo d <sub>2</sub>				
			Séries					Séries				
			1	2	3	4		1	2	3	4	5
20	3 4 5	21	33 — —	37 — —	39 — —	— 60 —	22	33 — —	37 — —	39 — —	— 60 —	— 68 —
22	3 5 6	23	36 — —	39 — —	44 — —	— 66 —	24	36 — —	39 — —	44 — —	— 66 —	— 80 —
24	4 6	25	39 —	44 —	50 —	— 72 —	26	39 —	44 —	50 —	— 72 —	— 92 —
27	4 6	28	43 —	50 —	56 —	— 85 —	30	43 —	50 —	56 —	— 85 —	— 98 —
30	4 5 6	31	48 — —	56 — —	— 60 —	— — 92 —	33	48 — —	56 — —	— 60 —	— — 92 —	— — 105 —
33	5 6 8	34	53 — —	60 — —	66 — —	— 105 —	36	53 — —	60 — —	66 — —	— 105 —	— 115 —
36	5 6 8	37	57 — —	66 — —	— 72 —	— — 110 —	39	57 — —	66 — —	— 72 —	— — 110 —	— — 125 —
39	6 8 10	40	62 — —	72 — —	78 — —	— — 120 —	42	62 — —	72 — —	78 — —	— — 120 —	— — 140 —
42	7 9	43	66 —	78 —	— —	— — 125 —	45	66 —	78 —	— —	— — 125 —	— — — —
45	7 9	46	72 —	85 —	— —	— — 135 —	48	72 —	85 —	— —	— — 135 —	— — — —
48	8 10	50	76 —	92 —	— —	— — 145 —	52	76 —	92 —	— —	— — 145 —	— — — —
52	8 10	54	82 —	98 —	— —	— — 160 —	56	82 —	98 —	— —	— — 160 —	— — — —
56	9	58	—	105	—	—	62	—	105	—	—	—
60	9	62	—	110	—	—	66	—	110	—	—	—
64	9	66	—	115	—	—	70	—	115	—	—	—
68	10	70	—	120	—	—	74	—	120	—	—	—
72	10	74	—	125	—	—	78	—	125	—	—	—
76	10	78	—	135	—	—	82	—	135	—	—	—
80	12	82	—	140	—	—	86	—	140	—	—	—
85	12	87	—	145	—	—	91	—	145	—	—	—
90	12	93	—	160	—	—	96	—	160	—	—	—
95	12	98	—	165	—	—	101	—	165	—	—	—
100	14	104	—	175	—	—	107	—	175	—	—	—
105	14	108	—	180	—	—	112	—	180	—	—	—
110	14	114	—	185	—	—	117	—	185	—	—	—
115	14	119	—	200	—	—	122	—	200	—	—	—
120	16	124	—	210	—	—	127	—	210	—	—	—
125	16	129	—	220	—	—	132	—	220	—	—	—
130	16	134	—	230	—	—	137	—	230	—	—	—
140	18	144	—	240	—	—	147	—	240	—	—	—
150	18	154	—	250	—	—	157	—	250	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

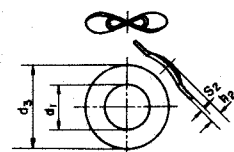
# ARRUELAS ONDULADAS

DIN 137

FORMA A



FORMA B

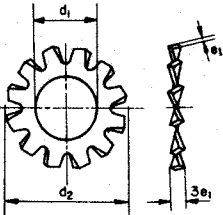
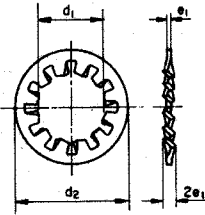
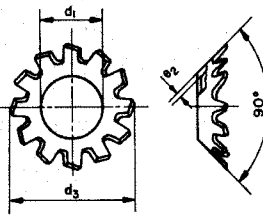


diâmetro nominal	FORMA A								FORMA B								Parafusos	
	d <sub>1</sub>	tol.	d <sub>2</sub>	tol.	h <sub>1</sub>	tol.	S <sub>1</sub>	tol.	d <sub>1</sub>	tol.	d <sub>3</sub>	tol.	h <sub>2</sub>	tol.	S <sub>2</sub>	tol.	Métrica	Polegada
3	3,2		6		0,9	± 0,1	0,4										3	
3,5	3,7	+	7	± 0,45	1	± 0,1	0,4										3,5	
4	4,3	0,3	8		1,2	± 0,2	0,5		4,3	+ 0,3	9	± 0,45	1,2	± 0,2	0,5	± 0,05	4	5/32
5	5,3		10		1,4		0,5	± 0,05	5,3		11		1,4		0,5		5	3/16
6	6,4		11		1,6		0,5		6,4		12	± 0,55	1,5		0,5		6	1/4
7	7,4	+	12	± 0,55	1,8		0,5		7,4	+ 0,36	14		1,7		0,8	± 0,06	7	
8	8,4	0,36	15		2,4	± 0,3	0,5		8,4		17		2	± 0,3	0,8		8	5/16
10	10,5		18		2,8	± 0,4	0,8	± 0,06	10,5		21		2,4		1	± 0,07	10	3/8
12		+							13		24	± 0,65	2,9	± 0,4	1,2		12	1/2
14									15	+ 0,43	28		3,4	± 0,5	1,5		14	
16									17		30		3,6		1,5	± 0,08	16	5/8
18									19		34		3,8	± 0,6	1,5		18	
20									21		36		4,4		1,6		20	3/4
22									23	+ 0,52	40	± 0,80	4,6	± 0,7	1,8		22	7/8
24									25		44		4,8		1,8		24	
26									27		50		5,3	± 0,8	2	± 0,1	26	1

dimensões em mm

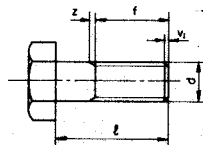
# ARRUELAS DENTADAS DIN 6797 E DIN 6798

material: aço para molas

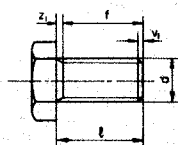
TIPO 1	Dentes externos (A)		Dentes internos (I)		Em V		Designação de uma arruela dentada do tipo 2 com diâmetro nominal $d_1 = 6,4$ e dentes externos: <b>ARRUELA DENTADA 2 A 6,4</b>											
							Diâmetro nominal										Parafusos	
	$d_1$		$d_2$		$d_3$		$d_1$		$d_2$		$d_3 \sim$		$e_1$		$e_2$			
	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.	mín.	máx.					Tipo 1	Tipo 2	Tipo 1	Tipo 2	Métrica	Polegada
TIPO 2	2,2	2,35	4,2	4,5	4,6	0,3	0,3	0,25	0,2	2								
	2,5	2,65	4,7	5	5,1	0,3	0,4	0,25	0,2	2,3								
	2,8	2,95	5,2	5,5	5,6	0,3	0,4	0,25	0,2	2,6								
	3,2	3,4	5,7	6	6,2	0,3	0,4	0,25	0,2	3	1/8							
	3,7	3,9	6,7	7	6,7	0,45	0,5	0,3	0,25	3,5								
	4,3	4,5	7,7	8	7,8	0,45	0,5	0,3	0,25	4	5/32							
	5,3	5,5	9,7	10	10	0,65	0,6	0,4	0,3	5	3/16							
	6,4	6,7	10,6	11	11	0,70	0,7	0,6	0,4	6	1/4							
	7,4	7,7	12,1	12,5		0,85	0,8			7								
	8,4	8,7	14,6	15	14,5	0,85	0,8	0,6	0,4	8	5/16							
	10,5	10,9	17,6	18	18	1,1	0,9	0,7	0,5	10	3/8							
	12,5	12,9	20	20,5	20,5	1,2	1	0,8	0,5	12								
	13,2	13,6	21,5	22		1,2	1											
	14,5	14,9	23,5	24	29	1,3	1	0,9	0,6	14	9/16							
	16,5	16,9	25,5	26	32	1,4	1,2	1	0,6	16	5/8							
	19	19,5	29,5	30		1,4	1,4			18								
	20	20,5	31,2	32		1,6	1,4											
	21	21,5	32,2	33		1,6	1,4			20	3/4							
	23	23,5	35,2	36		1,8	1,5			22	7/8							
	25	25,5	37,2	38		1,8	1,5			24								
26	26,5	39,2	40		1,8	1,6												
28	28,5	43,2	44		1,8	1,6			27	1								
31	31,6	47,2	48			2,1	1,6		30	1 1/8								

# COMPRIMENTO DE APERTO DOS PARAFUSOS

## PARAFUSOS PASSANTES



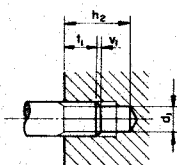
Parafuso de corpo parcialmente filetado



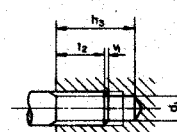
Parafuso de corpo inteiramente filetado

		Comprimento de aperto mínimo $C_{mín}$	Comprimento de aperto máximo $C_{máx}$
Parafuso de corpo inteiramente filetado	Porca normal	 $C_{mín} = S_1 + e$	 $C_{máx} = S_2 + e = l - (v_1 + h)$
	Porca entalhada	 $C_{mín} = S_3 + e$	 $C_{máx} = S_4 + e = l - (v_1 + h_1)$
Parafuso de corpo parcialmente filetado	Porca normal	 $C_{mín} = S_5 + e$	 $C_{máx} = S_6 + e = l - (v_1 + h)$
	Porca entalhada	 $C_{mín} = S_7 + e$	 $C_{máx} = S_8 + e = l - (v_1 + h_1)$

## PARAFUSOS PRISONEIROS



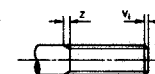
Raiz curta



Raiz média

	Comprimento de aperto mínimo $C_{mín}$	Comprimento de aperto máximo $C_{máx}$
Porca normal	 $C_{mín} = S_1 + z = l - f$	 $C_{máx} = S_2 + e = l - (v_1 + h)$
Porca entalhada	 $C_{mín} = S_1 + z = l - f$	 $C_{máx} = S_2 + e = l - (v_1 + h_1)$

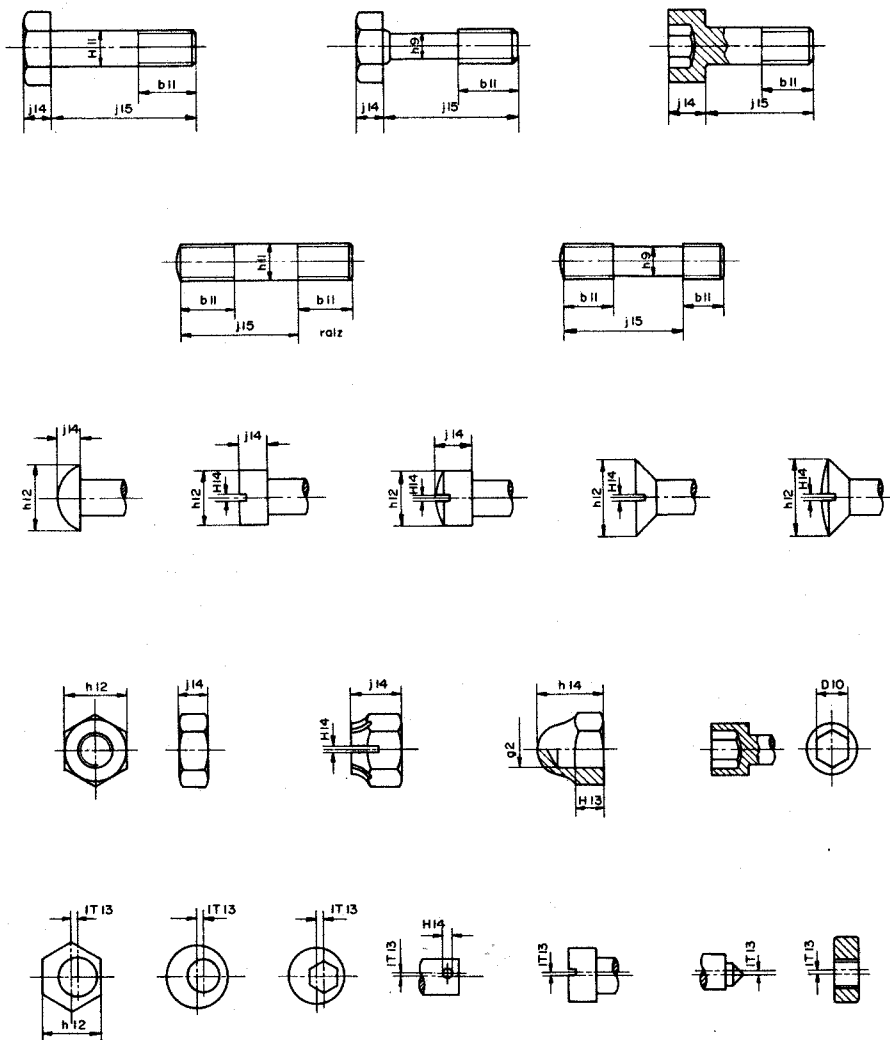
## PARAFUSOS DE FIXAÇÃO



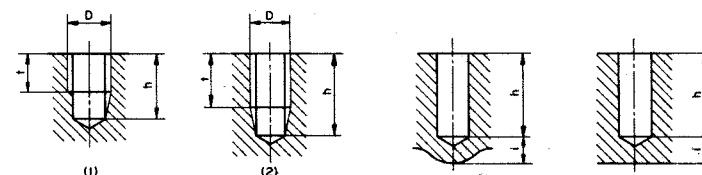
$t_1 = d$  para o aço  
 $t_2 = 1,5d$  p/ metais (excluindo aço)  
 $t_3 \approx 2,5d$  p/ aperto mínimo

	Comprimento de aperto máximo $C_{máx}$	Comprimento de aperto médio $C_{médio}$	Comprimento de aperto mínimo $C_{mín}$
Cabeça sextavada externa	 $C_{máx} = S_9 + e = l - (v_1 + t_1)$	 $C_{médio} = S_{10} + e = l - (v_1 + t_2)$ exceto aço	 $C_{mín} = S_{11} + e = l - (v_1 + t_3)$
Cabeça sextavada interna	 $C_{máx} = S_9 + e = l - (v_1 + t_1)$	 $C_{médio} = S_{10} + e = l - (v_1 + t_2)$ exceto aço	 $C_{mín} = S_{11} + e = l - (v_1 + t_3)$

# TOLERÂNCIAS DOS PARAFUSOS E PORCAS



# FUROS PARA ROSCAS MÉTRICAS

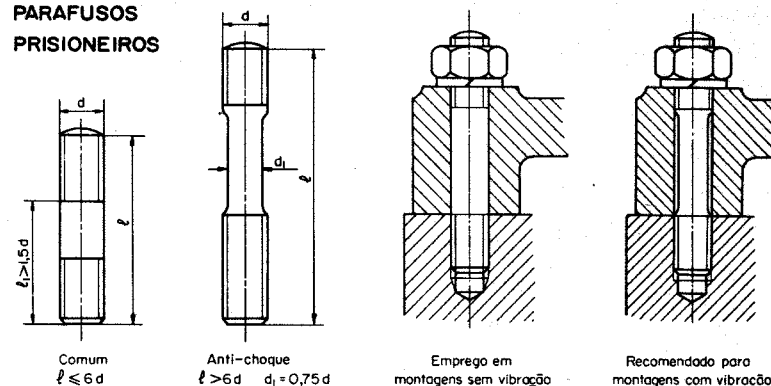


Para materiais de resistência alta  
 $G \geq 80 \text{ kg/mm}^2$

Para outros materiais

D mm	t mm	h mín. mm	i mín. mm	D mm	t mm	h mín. mm	i mín. mm
3	3 (1) 4,5 (2)	5,5 (1) 7 (2)	—	10	10 (1) 15 (2)	17,5 (1) 22,5 (2)	7
3,5	3,5 5	6,5 8	—	12	12 18	21 27	8
4	4 6	7,5 9,5	—	14	14 20	24 30	9
4,5	4,5 7	8,5 11	—	16	16 22	26 32	10
5	5 7	9 11	4	18	18 25	30 37	11
6	6 9	11 14	5	20	20 28	32 40	12
7	7 10	12 15	6	22	22 30	34 42	13
8	8 12	14,5 18,5	6	24	25 32	40 47	14

# PARAFUSOS PRISIONEIRO



Comum  
 $l \leq 6d$

Anti-choque  
 $l > 6d$   $d_1 = 0,75d$

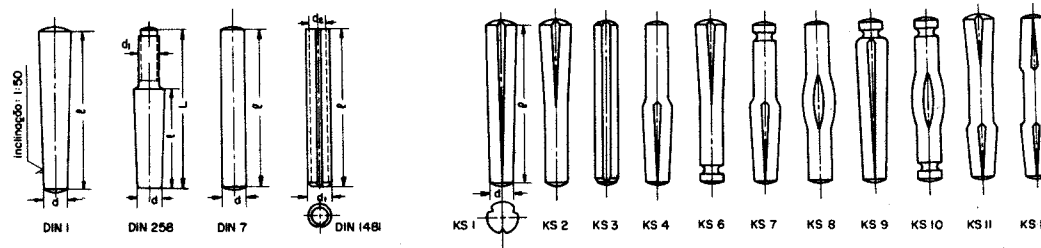
Emprego em montagens sem vibração

Recomendado para montagens com vibração



# PINOS

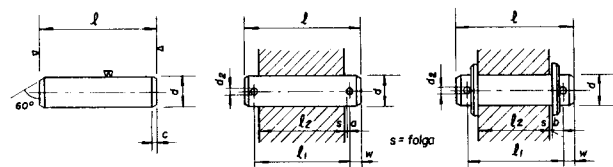
## PINOS DE ACORDO COM AS NORMAS DIN



Dimensões em milímetros

\* Dimensões antes da montagem:  $d_1$  diâmetro externo,  $d_2$  diâmetro interno

	d	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	13	16	20	25	30	40	50
Pino cônico DIN 1	$\ell$	8---18	10---26	12---36	12---40	14---50	16---60	20---70	24---100	28---120	32---140	36---165	40---200	50---230	55---260	60---260	70---260	80---260
Pino cônico com rosca na extremidade DIN 258 (1,43 x)	$d_1$	—	—	—	—	—	—	M 5	M 6	M 8	M 10	M 12	M 16	M 16	M 20	M 24	M 30	M 36
	$t$	—	—	—	—	—	—	25	30	40	45	60	72	85	100	110	130	150
	$L$	—	—	—	—	—	—	40---50	45---60	55---75	85---100	85---140	100---160	120---190	140---250	180---280	190---320	220---360
Pino cilíndrico DIN 7	$\ell$	4---12	4---18	6---20	6---24	8---32	10---40	12---50	14---60	16---80	20---100	28---140	32---180	40---200	50---200	60---200	80---200	100---200
Pino elástico DIN 1481 (6,46 x)	$d_1^*$	1,2	1,7	2,3	2,8	3,3	4,4	5,4	6,4	8,5	10,5	13,5	18,5	20,5	25,5	30,5	40,5	50,5
	$d_2^*$	0,8	1,1	1,5	1,8	2,1	2,8	3,4	3,9	5,5	6,5	8,5	10,5	12,5	15,5	18,5	24,5	30,5
	$\ell$	4---12	4---16	6---20	6---24	8---32	10---40	12---50	14---60	16---80	20---100	28---140	32---180	40---200	50---200	60---200	80---200	100---200
Pino ranhurado KS 1 até KS 7 e KS 9	$\ell$	4---18	4---20	6---30	6---30	6---40	8---60	8---60	10---80	12---100	14---160	20---160	26---200	30---200	30---200	—	—	—
Pino ranhurado KS 10, KS 11 e KS 12	$\ell$	—	8---20	12---30	12---30	12---40	18---60	18---60	24---80	30---100	36---160	45---160	45---200	45---200	45---200	—	—	—



## PINOS CILÍNDRICOS (DIN 1433)

Evitar valores entre parênteses.  $\ell_1 = \ell_2 + s + 2a$  ou  $2b$   $\ell = \ell_1 + 2w$

Compr.  $\ell$  normais: 8, 9, 10, 12, ..., 22, 25, 28, 30, 35, ..., 150, 160, ..., 320

Designação de um pino ajustado, polido, sem cabeça com  $d=65\text{mm}$ , ajuste h11,  $\ell=95\text{mm}$ ,  $\ell_1=70\text{mm}$  e de aço

PINO 65 h11 x 95 x 70, DIN 1433 aço.

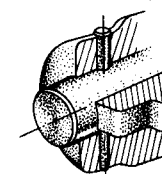
Medidas em mm.

d	$\ell$ (j 14)	$\sim c$	$d_2$ (H14)	w mín	a	b	Arruela DIN 1440	Arruela DIN 1441	Contrapino DIN 94	d	$\ell$ (j 14)	$\sim c$	$d_2$ (H14)	w mín	a	b	Arruela DIN 1440	Arruela DIN 1441	Contrapino DIN 94
3	8 - 50	1	0,8	1,5	0,4	1,2	3		0,8 x 5	(26)	50 - 150	4	6	8	3	8	26	27	6 x 40
4	8 - 50	1	1	1,8	0,5	1,3	4		1 x 8	28	50 - 150	4	6	8	3	8	28	29	6 x 40
5	12 - 65	1	1,5	2	0,75	1,4	5	5,5	1,5 x 8	30	50 - 150	4	6	8	3	8	30	31	6 x 45
6	12 - 65	1,5	1,5	2,5	0,75	2,3	6	7	1,5 x 10	32	60 - 170	5	8	10	4	9	32	33	8 x 50
8	16 - 80	2	2	3	1	3	8	9	2 x 12	35	60 - 170	5	8	10	4	10	35	37	8 x 50
10	20 - 100	2	3	4	1,5	4	10	11	3 x 15	40	70 - 210	5	8	10	4	10	40	42	8 x 55
12	30 - 120	2,5	4	5	2	5	12	13	4 x 20	45	70 - 210	5	8	10	4	11	45	47	8 x 60
(13)	30 - 120	2,5	4	5	2	5	13	14	4 x 20	50	80 - 250	6	10	12	5	13	50	52	10 x 65
14	30 - 120	2,5	4	5	2	5	14	15	4 x 25	55	80 - 250	6	10	12	5	14	55	56	10 x 70
16	30 - 120	2,5	4	5	2	5	16	17	4 x 25	60	90 - 290	6	10	12	5	14	60	62	10 x 75
18	40 - 150	3	5	6,5	2,5	6,5	18	19	5 x 30	65	90 - 290	6	10	12	5	14	65	68	10 x 80
20	40 - 150	3	5	6,5	2,5	6,5	20	21	5 x 30	70	100 - 320	6	10	12	5	15	70	72	10 x 90
22	40 - 150	3	5	6,5	2,5	6,5	22	23	5 x 35	75	100 - 320	6	10	12	5	15	75	78	10 x 90
(23)	50 - 150	3	5	6,5	2,5	6,5	23	24	5 x 35	80	120 - 320	7	13	15	6,5	18,5	80	82	13 x 100
25	50 - 150	4	6	8	3	7	25	26	6 x 40	(85)	120 - 320	7	13	15	6,5	18,5	85	86	13 x 100
										90	130 - 320	7	13	15	6,5	18,5	90	92	13 x 100
										(95)	130 - 320	7	13	15	6,5	18,5	95	98	13 x 120
										100	140 - 320	7	13	15	6,5	20,5	100	102	13 x 120

Nº do pino	Diâmetro maior		Compr. máx.
	dec. pol.	pol.	pol.
00000	0,094	3/32	3/4
0000	0,109	7/64	7/8
000	0,125	1/8	1
00	0,141	9/64	1 1/8
0	0,156	5/32	1 1/4
1	0,172	11/64	1 1/4
2	0,193	3/16	1 1/2
3	0,219	7/32	1 3/4
4	0,250	1/4	2
5	0,289	19/64	2 1/4
6	0,341	11/32	3
7	0,409	13/32	3 3/4
8	0,492	1/2	4 1/2
9	0,591	19/32	5 1/4
10	0,706	23/32	6
11	0,860	55/64	7 1/4
12	1,032	1 1/32	9
13	1,241	1 15/64	11
14	1,523	1 33/64	13

## PINOS CÔNICOS

(Norma norte-americana)

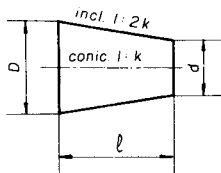


Conicidade: 1/4" por pé.  
O diâmetro nominal dos pinos cônicos é o menor.

Dimensões em polegada

nº do pino Compr.	Diâmetro menor									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3/4	0,140	0,156	0,177	0,203	0,235	0,273	0,325	—	—	—
1	0,135	0,151	0,172	0,198	0,230	0,268	0,320	0,388	—	—
1 1/4	—	0,146	0,167	0,193	0,224	0,263	0,315	0,383	—	—
1 1/2	—	—	0,162	0,188	0,219	0,258	0,310	0,378	0,461	0,560
1 3/4	—	—	—	0,182	0,214	0,252	0,304	0,372	0,455	0,554
2	—	—	—	—	0,209	0,247	0,299	0,367	0,450	0,548
2 1/4	—	—	—	—	—	0,242	0,294	0,362	0,445	0,544
2 1/2	—	—	—	—	—	—	0,289	0,357	0,440	0,539
2 3/4	—	—	—	—	—	—	—	0,284	0,352	0,435
3	—	—	—	—	—	—	—	0,279	0,346	0,429

# CONICIDADE E INCLINAÇÃO



## DEFINIÇÕES:

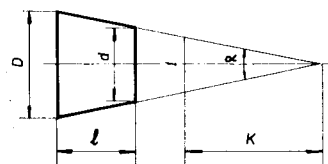
conicidade é a relação:  $(D-d) : l$

inclinação é a relação:  $\frac{D-d}{2} : l$

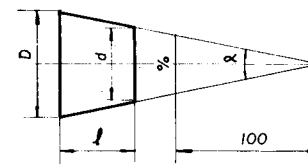
A tabela abaixo fornece a conicidade e suas aplicações e as fórmulas a lado os valores de K e %.

Para o cálculo da inclinação basta multiplicar o k por 2.

Exemplo: conicidade 1:10 = inclinação 1:20



$$K = \frac{l}{2 \tan \frac{\alpha}{2}} = \frac{100}{\%} = \frac{l}{D-d}$$



$$\% = 200 \tan \frac{\alpha}{2} = \frac{100}{K} = 100 \frac{D-d}{l}$$

CONICIDADE			EXEMPLOS DE APLICAÇÃO		
1:K	α	%	Construção de máquinas	Constr. de ferramentas	Parafusos, rebites
1:0,289	120°	346	Escareados. Assento de válvulas p/ motores de avião.		Parafuso de cabeça chata
1:0,350	110°	285,7			Parafuso para madeira com cabeça oval.
1:0,500	90°	200	Extremidades dos parafusos de pressão. Assento das válvulas. Furo de centro para peças pesadas.	Punção de bico.	Parafuso para madeira de cabeça chata. Parafuso de cabeça escareada até 20mm. Rebites de cabeças escareadas chata e oval de 8 mm
1:0,652	75°	153,5	Furo de centro para peças pesadas.		Rebites de cabeças escareadas chata e oval de 10 a 16 mm
1:0,866	60°	115	Furo de centro. Contra-ponto. Juntas cônicas para tubulações leves.	Punção de bico.	Parafusos de cabeça escareada de 22 a 27 mm. Rebites de cabeças escareadas chata e oval de 19 a 25 mm
1:1,207	45°	83			Rebites de cabeças escareadas chata e oval de 28 a 43 mm.
1:1,50	36° 52' 12"	66,67	Juntas cônicas para tubulações pesadas.		
1:1,866	30°	53,5			Parafuso de cabeça cônica
1:3	18° 55' 30"	33,3			
1:3,429 (8,5:12)	16° 35' 40"	29,1		Cone de frezadora tipo americano (recomendação ISO).	
1:4,072	14°	24,5			
1:5	11° 25' 16"	20	Acoplamentos de fricção e peças facilmente desmontáveis.		

CONICIDADE			EXEMPLOS DE APLICAÇÃO		
1:K	α	%	Construção de máquinas	Constr. de ferramentas	Parafusos, rebites
1:6	9° 31' 38"	16,67	Machos para registros e torneiras.		
1:10	5° 43' 30"	10	Buchas cônicas de fixação e de de montagem.		
1:12	4° 46' 20"	8,33			
1:15	3° 49' 6"	6,67	Acoplamentos de hélices, pistões, volantes, etc. aos eixos.		
1:16	3° 34' 48"	6,25	Acoplamentos e acessórios com rosca gás Whitworth.		
1:20	2° 51' 52"	5		Cone de fixação para ferramentas	
Cone Morse 0 1:19,212	2° 58' 54"	5,205			
Cone Morse 1 1:20,047	2° 51' 18"	4,988			
Cone Morse 2 1:20,020	2° 51' 40"	4,995			
Cone Morse 3 1:19,922	2° 52' 34"	5,020			
Cone Morse 4 1:19,254	2° 56' 38"	5,194			
Cone Morse 5 1:19,002	3° 0' 6"	5,263			
Cone Morse 6 1:19,180	2° 59' 12"	5,214			
1:30	1° 54' 34"	3,33		Alargadores	
1:50	1° 8' 46"	2	Pinos cônicos		

# REBITES

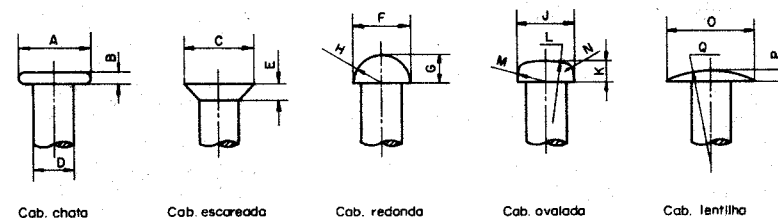
CÁLCULOS DOS REBITES E REBITAGENS V. Prontuário de Desenhista pág. 6-40

## REBITES CONFORME ABNT P-EB-48R

(Dimensões em pol.)

CABEÇA REDONDA	Diâmetro do corpo d				D	h	R
	Nom.	Básico	Máx.	Mín.			
	3/32	0,094	0,096	0,080	0,168	0,071	0,084
	1/8	0,125	0,127	0,121	0,219	0,094	0,111
	5/32	0,156	0,158	0,152	0,273	0,117	0,138
	3/16	0,188	0,191	0,182	0,327	0,140	0,166
	7/32	0,219	0,222	0,213	0,385	0,165	0,195
	1/4	0,250	0,253	0,244	0,438	0,188	0,221
	9/32	0,281	0,285	0,273	0,492	0,211	0,249
	5/16	0,313	0,317	0,305	0,546	0,234	0,276
	11/32	0,344	0,348	0,336	0,600	0,257	0,304
	3/8	0,375	0,380	0,365	0,656	0,281	0,332
	7/16	0,433	0,443	0,428	0,765	0,328	0,387
CABEÇA DE COGUMELO	Diâmetro do corpo d				D	h	R
	Nom.	Básico	Máx.	Mín.			
	3/32	0,094	0,096	0,090	0,238	0,032	0,239
	1/8	0,125	0,127	0,121	0,313	0,042	0,314
	5/32	0,156	0,158	0,152	0,390	0,052	0,392
	3/16	0,188	0,191	0,182	0,468	0,062	0,470
	7/32	0,219	0,222	0,213	0,550	0,073	0,555
	1/4	0,250	0,253	0,244	0,625	0,083	0,628
	9/32	0,281	0,285	0,273	0,703	0,094	0,706
	5/16	0,313	0,317	0,305	0,780	0,104	0,784
	11/32	0,344	0,348	0,336	0,858	0,114	0,862
	3/8	0,375	0,380	0,365	0,938	0,125	0,942
	7/16	0,438	0,443	0,428	1,093	0,146	1,098
CABEÇA CHATA	Diâmetro do corpo d				D	h	
	Nom.	Básico	Máx.	Mín.			
	3/32	0,094	0,096	0,090	0,190	0,032	
	1/8	0,125	0,127	0,121	0,250	0,042	
	5/32	0,156	0,158	0,152	0,312	0,052	
	3/16	0,188	0,191	0,182	0,374	0,062	
	7/32	0,219	0,222	0,213	0,440	0,073	
	1/4	0,250	0,253	0,244	0,500	0,083	
	9/32	0,281	0,285	0,273	0,562	0,094	
	5/16	0,313	0,317	0,305	0,624	0,104	
	11/32	0,344	0,348	0,336	0,686	0,114	
	3/8	0,375	0,380	0,365	0,750	0,125	
	7/16	0,438	0,443	0,428	0,874	0,146	
CABEÇA ESCAREADA	Diâmetro do corpo d				D	h	
	Nom.	Básico	Máx.	Mín.			
	3/32	0,094	0,096	0,090	0,176	0,040	
	1/8	0,125	0,127	0,121	0,231	0,053	
	5/32	0,156	0,158	0,152	0,289	0,066	
	3/16	0,188	0,191	0,182	0,346	0,079	
	7/32	0,219	0,222	0,213	0,407	0,094	
	1/4	0,250	0,253	0,244	0,463	0,106	
	9/32	0,281	0,285	0,273	0,520	0,119	
	5/16	0,313	0,317	0,305	0,577	0,133	
	11/32	0,344	0,348	0,336	0,635	0,146	
	3/8	0,375	0,380	0,365	0,694	0,159	
	7/16	0,438	0,443	0,428	0,808	0,186	

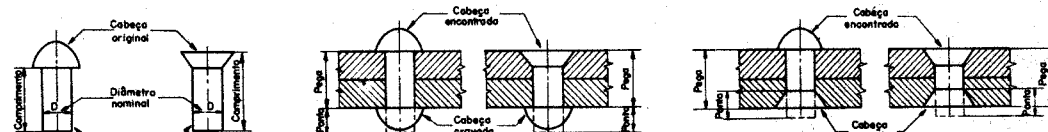
## REBITES CONFORME AMERICAN STANDARD ASA B 18.1-1955



Dimensões em pol.

D	Cab. chata		Cab. escareada		Cab. redonda			Cabeça ovalada					Cab. lentilha		
	A máx.	B máx.	C máx.	E	F máx.	G máx.	H	J máx.	K máx.	L	M	N	O máx.	P máx.	Q
1/16	0,140	0,027	0,118	0,027	0,122	0,052	0,055	0,118	0,040	0,217	0,052	0,019	—	—	—
3/32	0,200	0,038	0,176	0,040	0,182	0,077	0,084	0,173	0,060	0,326	0,080	0,030	0,226	0,038	0,239
1/8	0,260	0,048	0,235	0,053	0,235	0,100	0,111	0,225	0,078	0,429	0,106	0,039	0,297	0,048	0,314
5/32	0,323	0,059	0,293	0,066	0,290	0,124	0,138	0,279	0,096	0,535	0,133	0,049	0,368	0,059	0,392
3/16	0,387	0,069	0,351	0,079	0,348	0,147	0,166	0,334	0,114	0,641	0,159	0,059	0,442	0,069	0,470
7/32	0,453	0,080	0,413	0,094	0,405	0,172	0,195	0,391	0,133	0,754	0,186	0,069	0,515	0,080	0,555
1/4	0,515	0,091	0,469	0,106	0,460	0,196	0,221	0,444	0,151	0,858	0,212	0,079	0,590	0,091	0,628
9/32	0,579	0,103	0,528	0,119	0,518	0,220	0,249	0,499	0,170	0,963	0,239	0,088	0,661	0,103	0,706
5/16	0,641	0,113	0,588	0,133	0,572	0,243	0,276	0,552	0,187	1,070	0,266	0,098	0,732	0,113	0,784
11/32	0,705	0,124	0,646	0,146	0,630	0,267	0,304	0,608	0,206	1,176	0,292	0,108	0,806	0,124	0,862
3/8	0,769	0,135	0,704	0,159	0,684	0,291	0,332	0,663	0,225	1,286	0,319	0,118	0,878	0,135	0,942
13/32	0,834	0,146	0,763	0,172	0,743	0,316	0,358	0,719	0,243	1,392	0,345	0,127	0,949	0,145	1,028
7/16	0,896	0,157	0,823	0,186	0,798	0,339	0,387	0,772	0,261	1,500	0,372	0,137	1,020	0,157	1,098

## REBITES CONFORME ABNT P-EB-49

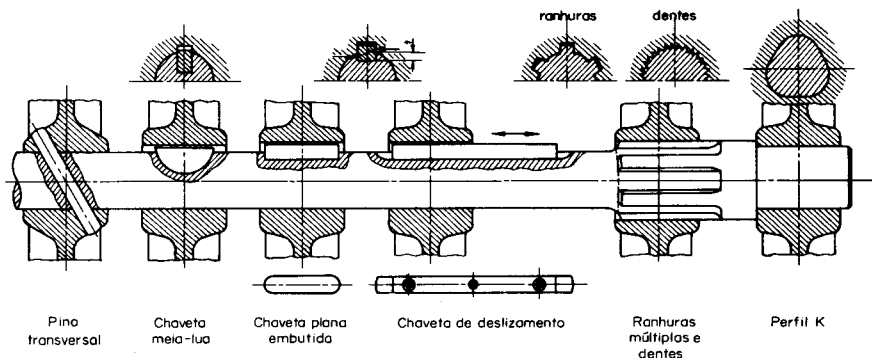


Dimensões em mm ou (pol.)

(pol.)	Cabeças originais									Cabeças cravadas e encontradas								
	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2
mm	12,7	15,9	19,1	22,2	25,4	28,6	31,8	34,9	38,1	12,7	15,9	19,1	22,2	25,4	28,6	31,8	34,9	38,1
Cabeça boleada	A	19,9	24,7	29,5	34,1	38,9	43,7	48,5	53,2	58,0	22,3	27,1	31,9	36,5	41,3	46,1	50,9	55,6
	B	12,7	15,1	17,5	19,9	22,3	24,7	27,1	29,4	31,8	9,5	11,5	13,6	15,5	17,6	19,6	21,6	23,6
	C	16,6	19,0	21,4	23,8	26,2	28,6	31,0	33,3	35,7	14,3	17,3	20,4	23,3	26,4	29,4	32,4	35,4
	E	2,4	4,8	7,2	9,6	12,0	14,4	16,8	19,1	21,5	9,5	11,5	13,6	15,5	17,6	19,6	21,6	23,6
	F	Constante = 2,4																
Cabeça côica	G	Constante = 12,7																
	H	23,0	28,8	34,6	40,2	46,0	51,8	57,5	63,2	69,0	23,0	28,8	34,6	40,2	46,0	51,8	57,5	63,2
	J	6,4	8,0	9,6	11,1	12,7	14,3	15,9	17,5	19,1	6,4	8,0	9,6	11,1	12,7	14,3	15,9	17,5

# UNIÕES DE EIXOS COM CUBO

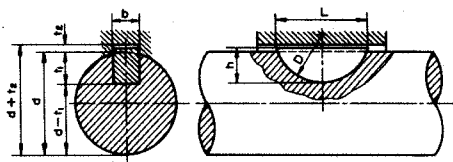
## UNIÕES POR ADAPTAÇÃO DE FORMA



### CHAVETA MEIA-LUA

DIN 6888 (julho de 1948)

(revisada por uma norma recente)

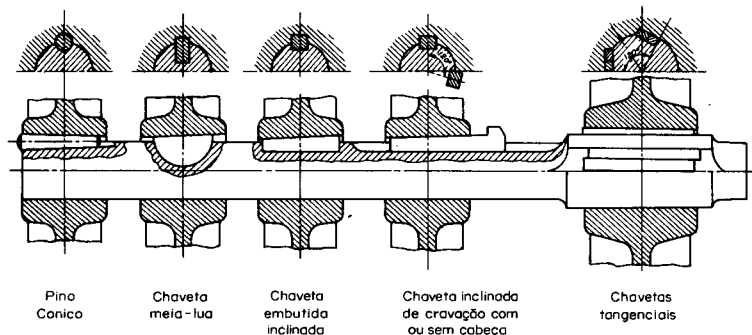


OBSERVAÇÕES: \* Permitido apenas para a construção de veículos motorizados.

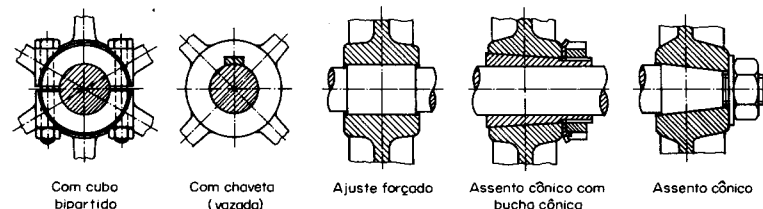
\*\* Utilizar de preferência a série A (rasgo profundo no cubo, segundo DIN 6885, folha 1). Série B (rasgo pouco profundo no cubo, segundo DIN 6885, folha 2), para máquinas operatrizes).

Diâmetro do eixo	Chaveta meia-lua				Série A** Profundidade do rasgo		Série B** Profundidade do rasgo		Série A Momento de torção cmkgf		Série B Momento de torção cmkgf	
	b	h	±L	D	Eixo t <sub>1</sub>	Cubo t <sub>2</sub>	Eixo t <sub>1</sub>	Cubo t <sub>2</sub>	de	a	de	a
acima de 3...4	1	1,4	3,82	4	1,0	0,5	1,0	0,5	2,3	3,0	2,3	3,0
acima de 4...6	1,5	2,6	6,76	7	2,0	0,7	2,0	0,7	8,1	12,2	8,1	12,2
acima de 6...8	2	2,6	6,76	7	1,8	0,9	1,8	0,9	16,2	21,6	16,2	21,6
	2	3,7	9,66	10	2,9	0,9	2,9	0,9	23,2	30,9	23,2	30,9
	2,5*	3,7	9,66	10	2,9	0,9	2,9	0,9	30,9	38,6	30,9	38,6
acima de 8...10	3	3,7	9,66	10	2,5	1,3	2,8	1,0	46,4	58,0	34,8	43,5
	3	5	12,65	13	3,8	1,3	4,1	1,0	60,8	76,0	45,6	57
	3	6,5	15,72	16	5,3	1,3	5,6	1,0	75,5	94,4	56,6	70,9
acima de 10...12	4	5	12,65	13	3,5	1,6	4,1	1,0	95	114	57	68,4
	4	6,5	15,72	16	5,0	1,6	5,6	1,0	118	141,5	70,8	85
	4	7,5	18,57	19	6,0	1,6	6,6	1,0	139	167	83,5	100
acima de 12...17	5	6,5	15,72	16	4,5	2,1	5,4	1,2	188	267	103	147
	5	7,5	18,57	19	5,5	2,1	6,4	1,2	222	315	122	173
	5	9	21,63	22	7,0	2,1	7,9	1,2	259	368	142	202
acima de 17...22	6	7,5	18,57	19	5,1	2,5	6,0	1,6	378	490	237	306
	6	9	21,63	22	6,6	2,5	7,5	1,6	442	572	276	357
	6	10	24,49	25	7,6	2,5	8,5	1,6	500	646	312	404
acima de 22...30	6	11	27,35	28	8,6	2,5	9,5	1,6	558	722	349	451
	8	9	21,63	22	6,2	2,9	7,5	1,6	866	910	357	486
	8	11	27,35	28	8,2	2,9	9,5	1,6	843	1149	451	615
acima de 30...38	8	13	31,43	32	10,2	2,9	11,5	1,6	989	1320	519	707
	10	11	27,35	28	7,8	3,3	9,1	2,0	1311	1665	779	986
	10	13	31,43	32	9,8	3,3	11,1	2,0	1510	1915	895	1132
	10	16	43,08	45	12,8	3,3	14,1	2,0	2063	2620	1229	1555

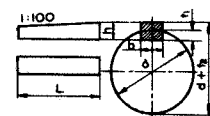
## UNIÕES POR ADAPTAÇÃO DE FORMA COM PROTEÇÃO



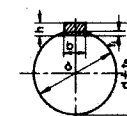
## UNIÕES POR ATRITO



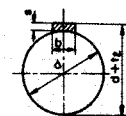
### CHAVETAS PLANAS E INCLINADAS



Para chavetas planas, segundo DIN 6885 (fevereiro de 1956) e chavetas inclinadas, segundo DIN 6886 (fevereiro de 1956).



Para chavetas inclinadas planas, segundo DIN 6883 (fevereiro de 1956).



Para chavetas vazadas cônicas segundo DIN 6881 (fevereiro de 1956).

#### OBSERVAÇÕES:

\* A 1ª coluna de h, t<sub>1</sub> e t<sub>2</sub> é para chavetas inclinadas comuns e para chavetas planas.  
A 2ª coluna de h, t<sub>1</sub> e t<sub>2</sub> é para chavetas planas mais fracas.

Eixo d		A 2ª coluna de h, h <sub>1</sub> e t <sub>2</sub> é para chavetas planas mais fracas.											
de	a	b	h*		t <sub>2</sub> *		t <sub>1</sub> *		b x h	t <sub>1</sub>	t <sub>2</sub>	b x s	t <sub>2</sub>
10	12	4	4	4	1,7	1,7	2,4	2,4	—	—	—	—	—
12	17	5	5	3	2,2	1,2	2,9	1,9	—	—	—	—	—
17	22	6	6	4	2,6	1,6	3,5	2,5	—	—	—	—	—
22	30	8	7	5	3,0	2,0	4,1	3,1	8 . 5	1,3	3,2	8 . 3,5	3,2
30	38	10	8	6	3,4	2,4	4,7	3,7	10 . 6	1,8	3,7	10 . 4,0	3,7
38	44	12	8	6	3,2	2,2	4,9	3,9	12 . 6	1,8	3,7	12 . 4,0	3,7
44	50	14	9	6	3,6	2,1	5,5	4,0	14 . 6	1,4	4,0	14 . 4,5	4,0
50	58	16	10	7	3,9	2,4	6,2	4,7	16 . 7	1,9	4,5	16 . 5,0	4,5
58	65	18	11	7	4,3	2,3	6,8	4,8	18 . 7	1,9	4,5	18 . 5,0	4,5
65	75	20	12	8	4,7	2,7	7,4	5,4	20 . 8	1,9	5,5	20 . 6,0	5,5
75	85	22	14	9	5,6	3,1	8,5	6,0	22 . 9	1,8	6,5	22 . 7,0	6,5
85	95	25	14	9	5,4	2,9	8,7	6,2	25 . 9	1,9	6,4	25 . 7,0	6,4
95	110	28	16	10	6,2	3,2	9,9	6,9	28 . 10	2,4	6,9	28 . 7,5	6,9
110	130	32	18	11	7,1	3,5	11,1	7,6	32 . 11	2,3	7,9	32 . 8,5	7,9
130	150	36	20	12	7,9	3,8	12,3	8,3	36 . 12	2,8	8,4	36 . 9,0	8,4
150	170	40	22	14	8,7	4,6	13,5	9,5	40 . 14	4,0	9,1	—	—
170	200	45	25	16	9,9	5,3	15,3	10,8	45 . 16	4,7	10,4	—	—

$M_{10} = M_t$  para pressão específica  $p = 10 \text{ kgf/mm}^2$  e comprimento do cubo  $L = 1 \text{ mm}$ .

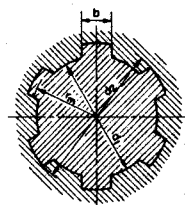
## EIXOS E CUBOS RANHURADOS ENTALHADOS

Para veículos a motor

DIN 5461 até 5464

Tolerância: DIN 5465

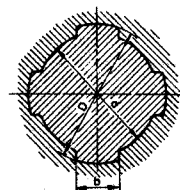
Centragem: centragem interna, para eixos com 6 a 10 ranhuras; centragem pelos flancos, para eixos com 8 a 20 ranhuras.



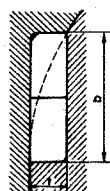
Dimensões em mm

Diâmetro interno $d_1$	Leve DIN 5462				Médio DIN 5463				Pesado DIN 5464			
	Número de entalhes i	$d_2$	b	$M_{10}$ cmkgf/mm	Número de entalhes i	$d_2$	b	$M_{10}$ cmkgf/mm	Número de entalhes i	$d_2$	b	$M_{10}$ cmkgf/mm
11	—	—	—	—	6	14	3	25,4	—	—	—	—
13	—	—	—	—	6	16	3,5	29,5	—	—	—	—
16	—	—	—	—	6	20	4	57	10	20	2,5	94,5
18	—	—	—	—	6	22	5	63	10	23	3	146
21	—	—	—	—	6	25	5	72,5	10	26	3	187
23	6	26	6	49,5	6	28	6	109	10	29	4	234
26	6	30	6	88,2	6	32	6	144	10	32	4	240
28	6	32	7	94,5	6	34	7	154	10	35	4	320
32	8	36	6	122	8	38	6	231	10	40	5	432
36	8	40	7	138	8	42	7	258	10	45	5	570
42	8	46	8	159	8	48	8	297	10	52	6	706
46	8	50	9	173	8	54	9	450	10	56	7	768
52	8	58	10	330	8	60	10	505	16	60	5	1010
56	8	62	10	354	8	65	10	635	16	65	5	1280
62	8	68	12	390	8	72	12	805	16	72	6	1620
72	10	78	12	563	10	82	12	1155	16	82	7	1850
82	10	88	12	638	10	92	12	1350	20	92	6	2810
92	10	98	14	712	10	102	14	1455	20	102	7	2910
102	10	108	16	790	10	112	16	1605	20	115	8	4480
112	10	120	18	1300	10	125	18	2450	20	125	9	4900

Para máquinas operatrizes (DIN 5471)



Dimensões nominais do eixo e do cubo em mm $d \cdot D \cdot b$	$M_{10}$ cmkgf/mm
11 . 15 . 3	23,4
13 . 17 . 4	27
16 . 20 . 6	37,5
18 . 22 . 6	42
21 . 25 . 8	48,3
24 . 28 . 8	54,5
28 . 32 . 10	65
32 . 38 . 10	105
36 . 42 . 12	117
42 . 48 . 12	135
48 . 52 . 14	147
52 . 60 . 14	252
58 . 65 . 16	231
62 . 70 . 16	297
68 . 78 . 16	437



## CHAVETAS TANGENCIAIS (DIN 271)

Dimensões em mm													
Eixo d <sub>1</sub>	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	180
Rasgo b <sub>1</sub>	7	7	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	12
M <sub>10</sub>	19,3	21,0	24,0	25,6	28,6	30,1	33,2	34,6	37,7	39,1	42,1	43,5	44,9
	210	245	320	360	450	495	600	650	770	825	960	1020	1080
Eixo d <sub>2</sub>	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	
Rasgo b <sub>2</sub>	14	14	14	16	16	18	18	18	18	20	20	20	
M <sub>10</sub>	49,6	51,0	52,4	57,1	58,5	59,9	64,6	66,0	67,4	72,1	73,5	74,8	
	1330	1500	1470	1760	1840	1920	2250	2340	2430	2890	2900	3000	

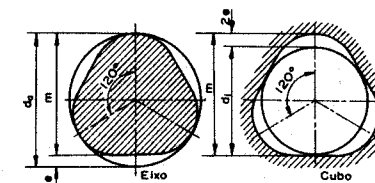
## DIÂMETROS NORMAIS PARA APLICAÇÕES MECÂNICAS - NORMA DIN 3 - VALORES EM mm.

Para diâmetros acima de 100mm pode-se, em casos de absoluta necessidade, usar valores intermediários de modo que terminem com 2-5-8.

0,5	0,8	1	1,2	1,5	1,8	2	2,2	2,5	2,8	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5		
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	32	33	34	35	36	37	38	40	42	44	45	46	47	48	50	52	55	58	60	
62	63	64	65	66	67	68	69	70	72	75	78	80	82	85	88	90	92	95	98	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175
190	195	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360	370	380	390	400	410	420	430	440	450	460	470	480	490	500			

## PERFIL K

Ajuste: fino segundo DIN ou ISO



Dimensões em mm

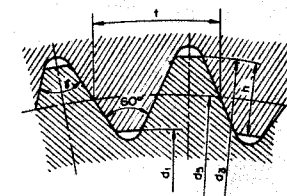
Para ajustes fixos e deslizantes					Apenas para ajustes fixos				
Medida transv. m	Curso e	Eixo $d_1$	Rasgo $d_2$	$M_{10}$ cmkgf/mm	Medida transv. m	Curso e	Eixo $d_1$	Rasgo $d_2$	$M_{10}$ cmkgf/mm
14	0,8	15,6	12,4	33,6	22	0,8	23,6	20,4	52,8
16		17,6	14,4	38,4	25		26,6	23,4	60,0
18		19,6	16,4	43,2	28		29,6	26,4	67,2
20		21,6	18,4	48,0	30		31,6	28,4	72,0
22	1,2	24,4	19,6	79,2	32	1,2	34,4	29,6	115
25		27,4	22,6	90,0	34		36,4	31,6	122
28		30,4	25,6	100	36		38,4	33,6	129
30		32,4	27,6	108	38		40,4	35,6	136
32	1,8	35,6	28,4	172	40		42,4	37,6	144
34		37,6	30,4	183	42		44,4	39,6	151
36		39,6	32,4	194	45		47,4	42,6	162
38		41,6	34,4	205	48	1,8	51,6	44,4	259
40		43,6	36,4	216	50		53,6	46,4	270
42		45,6	38,4	226	53		56,6	49,4	286
45		48,6	41,4	234	56		59,6	52,4	302
48	2,7	53,4	42,6	388	60		63,6	56,4	324
50		55,4	44,6	405	63		66,6	59,4	340
53		58,4	47,6	429	67		70,6	63,4	361
56		61,4	50,6	453	71	2,7	76,4	65,6	575
60		65,4	54,6	486	75		80,4	69,6	607
63		68,4	57,6	510	80		85,4	74,6	648
67		72,4	61,6	542	85		90,4	79,6	688
					90		95,4	84,6	729
					95		100,4	89,6	769

## UNIÕES POR DENTES

DIN 5481

Diâmetros nominais, normalizados

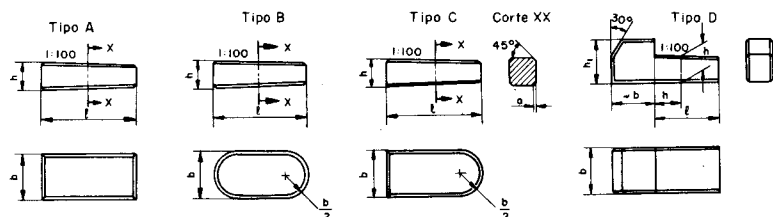
até  $d_1 \cdot d_3 = 120 \cdot 125$



Dimensões em mm

Diâmetro nominal $d_1 \cdot d_3$	$d_1$	$d_3$	$d_5$	Passo $t$ calculado para $d_3$	$\delta$	Número de dentes i	$M_{10}$ cmkgf/mm
7 . 8	6,9	8,1	7,5	0,842	47° 8' 35"	28	47,2
8 . 10	8,1	10,1	9	1,010	47° 8' 35"	28	95,7
10 . 12	10,1	12	11	1,152	48°	30	118
12 . 14	12	14,2	13	1,317	48° 23' 14"	31	167
15 . 17	14,9	17,2	16	1,571	48° 25'	32	221
17 . 20	17,3	20	18,5	1,761	49° 5' 27"	33	311
21 . 24	20,8	23,9	22	2,033	49° 24' 42"	34	464
26 . 30	26,5	30	28	2,513	49° 42' 52"	35	649
30 . 34	30,5	34	32	2,792	50°	36	761
36 . 40	36	39,9	38	3,226	50° 16' 13"	37	1025
40 . 44	40	44	42	3,472	50° 31' 35"	38	1198
45 . 50	45	50	47,5	3,826	50° 46' 9"	39	1735
50 . 55	50	54,9	52,5	4,123	51°	40	1930
55 . 60	55	60	57,5	4,301	51° 25' 43"	42	2265

# CHAVETAS INCLINADAS COM OU SEM CABEÇA



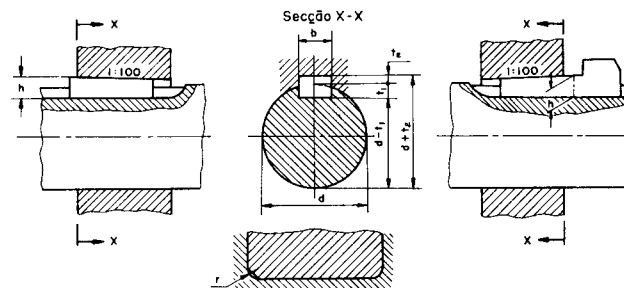
Dimensões em mm.

Largura b		Altura h		Chanfro a		Comprimento l		Cabeça h <sub>1</sub>
Nominal	Afastamentos	Nominal	Afastamentos	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Nominal
2	0	2	0	0,16	0,25	6	20	—
3	-0,025	3	-0,025	0,16	0,25	6	36	—
4	0	4	0	0,16	0,25	8	45	7
5	-0,030	5	-0,030	0,25	0,40	10	56	8
6	-0,030	6	-0,030	0,25	0,40	14	70	10
8	0	7	0	0,25	0,40	18	90	11
10	-0,036	8	0	0,40	0,60	22	110	12
12	0	8	-0,090	0,40	0,60	28	140	12
14	0	9	-0,090	0,40	0,60	36	160	14
16	-0,043	10	-0,090	0,40	0,60	45	180	16
18	0	11	0	0,40	0,60	50	200	18
20	0	12	0	0,60	0,80	56	220	20
22	-0,052	14	-0,110	0,60	0,80	63	250	22
25	-0,052	14	-0,110	0,60	0,80	70	280	22
28	0	16	0	0,60	0,80	80	320	25
32	0	18	0	0,60	0,80	90	360	28
36	-0,062	20	0	1,00	1,20	100	400	32
40	-0,062	22	-0,130	1,00	1,20	—	—	36
45	-0,062	25	-0,130	1,00	1,20	—	—	40
50	0	28	0	1,00	1,20	—	—	45
56	0	32	0	1,60	2,00	—	—	50
63	-0,074	32	-0,160	1,60	2,00	—	—	50
70	-0,074	36	-0,160	1,60	2,00	—	—	56
80	0	40	0	2,50	3,00	—	—	63
90	0	45	0	2,50	3,00	—	—	70
100	-0,087	50	0	2,50	3,00	—	—	80

(1) Tolerância da altura da chaveta: Secção quadrada h<sub>9</sub>, Secção retangular h11.

(2) Comprimentos preferidos de chavetas: 6-8-10-12-14-16-18-20-22-25-28-32-36-40-45-50-56-63-70-80-90-100-110-125-140-160-180-200-220-250-280-320-360 e 400.

NB. Material: aço com resistência mínima à tração 60 kgf/mm<sup>2</sup> em estado acabado, salvo, prévia especificação em contrário entre fabricante e consumidor.



Para maiores informações consultar PB-121 (ABNT)

Dimensões em mm

Eixo		Chaveta (1)		Canaletas					
Diâmetro d		Secção		Largura eixo e cubo b		Profundidade (2)			
maior que	até	b x h	Nominal	Afastamentos D 10		Eixo t <sub>1</sub>		Cubo t <sub>2</sub> (3)	
						Nominal	Afastamentos	Nominal	Afastamentos
6	8	2 x 2	2	+0,060		1,2		0,5	
8	10	3 x 3	3	+0,020		1,8	+0,10	0,9	+0,10
10	12	4 x 4	4	+0,078		2,5		1,2	
12	17	5 x 5	5	+0,030		3,0		1,7	
17	22	6 x 6	6			3,5		2,2	
22	30	8 x 7	8	+0,098		4,0		2,4	
30	38	10 x 8	10	+0,040		5,0		2,4	
38	44	12 x 8	12			5,0		2,4	
44	50	14 x 9	14	+0,120		5,5	+0,20	2,9	+0,20
50	58	16 x 10	16	+0,050		6,0		3,4	
58	65	18 x 11	18			7,0		3,4	
65	75	20 x 12	20			7,5		3,9	
75	85	22 x 14	22	+0,149		9,0		4,4	
85	95	25 x 14	25	+0,065		9,0		4,4	
95	110	28 x 16	28			10,0		5,4	
110	130	32 x 18	32			11,0		6,4	
130	150	36 x 20	36	+0,180		12,0		7,1	
150	170	40 x 22	40	+0,080		13,0		8,1	
170	200	45 x 25	45			15,0		9,1	
200	230	50 x 28	50			17,0		10,1	
200	260	56 x 32	56			20,0	+0,30	11,1	+0,30
260	290	63 x 32	63	+0,220		20,0		11,1	
290	330	70 x 36	70	+0,100		22,0		13,1	
330	380	80 x 40	80			25,0		14,1	
380	440	90 x 45	90	+0,260		28,0		16,1	
440	500	100 x 50	100	+0,120		31,0		18,1	

(1) A relação entre o diâmetro do eixo e da secção da chaveta aplica-se para uso normal. Uma secção menor da chaveta pode ser usada, quando é adequada para o momento de força transmitido. Neste caso as profundidades t<sub>1</sub> e t<sub>2</sub> devem ser recalculadas, para manter a relação h/2. Uma secção maior da chaveta não deve ser usada.

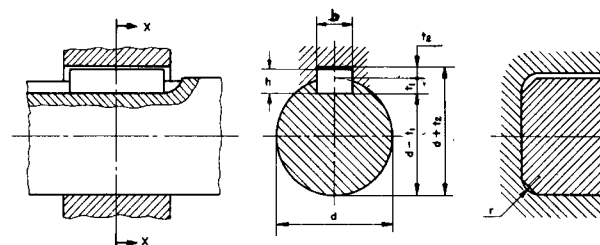
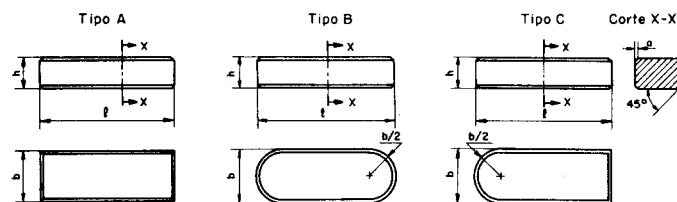
(2) A profundidade das canaletas nos eixos e nos cubos deve ser obtida por medição direta ou por medição das dimensões (d - t<sub>1</sub>) e (d + t<sub>2</sub>).

Os afastamentos indicados para t<sub>1</sub> e t<sub>2</sub> adaptam-se às duas dimensões compostas (d - t<sub>1</sub>) e (d + t<sub>2</sub>) mas o sinal dos afastamentos indicados na tabela para t<sub>1</sub> deve ser invertido. A profundidade das canaletas deve ser medida no plano de simetria da canaleta. Os afastamentos para t<sub>1</sub> e t<sub>2</sub> são aproximadamente iguais aos do campo de tolerância k12, que podem ser obtidos considerando a altura h/2 da chaveta como dimensão nominal.

(3) A profundidade t<sub>2</sub> deve ser medida no extremo do cubo, no lado, onde a chaveta entra.

NB. A montagem de uma chaveta inclinada exige a inclinação para fixar a chaveta. As dimensões e afastamentos indicados acima são determinados no sentido de permitir isso em qualquer caso.

# CHAVETAS PARALELAS RETANGULARES OU QUADRADAS



Para informações  
mais completas  
consultar P-PB-122  
(ABNT)

Dimensões em mm

Largura b		Altura h		Chanfro a		Campo de comprimentos l	
Nominal	Afastamentos	Nominal	Afastamentos	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
2	0	2	0	0,16	0,25	6	20
3	-0,025	3	-0,025	0,16	0,25	6	36
4	0	4	0	0,16	0,25	8	45
5	0	5	0	0,25	0,40	10	56
6	-0,030	6	-0,030	0,25	0,40	14	70
8	0	7	0	0,25	0,40	18	90
10	-0,036	8	0	0,40	0,60	22	110
12	0	9	-0,090	0,40	0,60	28	140
14	0	10	-0,090	0,40	0,60	36	160
16	-0,043	11	0	0,40	0,60	45	180
18	0	12	0	0,40	0,60	50	200
20	0	13	0	0,60	0,80	56	220
22	-0,052	14	-0,110	0,60	0,80	63	250
25	0	15	0	0,60	0,80	70	280
28	-0,062	16	-0,130	0,60	0,80	80	320
32	0	18	0	0,80	0,80	90	360
36	0	20	0	1,00	1,20	100	400
40	-0,062	22	0	1,00	1,20	—	—
45	0	25	-0,130	1,00	1,20	—	—
50	0	28	0	1,00	1,20	—	—
56	0	32	0	1,60	2,00	—	—
63	-0,074	36	0	1,60	2,00	—	—
70	0	40	-0,160	1,60	2,00	—	—
80	0	45	0	2,50	3,00	—	—
90	0	50	0	2,50	3,00	—	—
100	-0,087	50	0	2,50	3,00	—	—

Dimensões em mm

Eixo		Chaveta	Canaletas												
Diâmetro d		Secção b x h	Nominal	Largura						Profundidade				Raio r	
				Afastamentos						Eixo t <sub>1</sub> Cubo t <sub>2</sub>					
				ajuste c/ folga no		ajuste normal no		ajuste c/ interferen- cia no eixo no cubo P.9							
				Eixo H9	Cubo D10	Eixo N9	Cubo JS 9								
de	até									Nominal	Afaste- mentos	Nominal	Afaste- mentos	Máximo	Mínimo
6	8	2 x 2	2	+ 0,025	+ 0,060	- 0,004	+ 0,012	- 0,006		1,2		1		0,16	0,08
8	10	3 x 3	3	0	+ 0,020	- 0,029	- 0,013	- 0,031		1,8	+ 0,1 0	1,4	+ 0,1 0	0,18	0,08
10	12	4 x 4	4							2,5		1,8		0,16	0,08
12	17	5 x 5	5	+ 0,030	+ 0,078	0	+ 0,015	- 0,012		3,0		2,3		0,25	0,16
17	22	6 x 6	6	0	+ 0,030	- 0,030	- 0,015	- 0,042		3,5		2,8		0,25	0,16
22	30	8 x 7	8	+ 0,036	+ 0,098	0	+ 0,018	- 0,015		4,0		3,3		0,25	0,16
30	38	10 x 8	10	0	+ 0,040	- 0,036	- 0,018	- 0,051		5,0		3,3		0,40	0,25
38	44	12 x 8	12							5,0		3,3		0,40	0,25
44	50	14 x 9	14	+ 0,043	+ 0,120	0	+ 0,021	- 0,018		5,5		3,8		0,40	0,25
50	58	16 x 10	16	0	+ 0,050	- 0,043	- 0,022	- 0,061		6,0	+ 0,2 0	4,3	+ 0,2 0	0,40	0,25
58	65	18 x 11	18							7,0		4,4		0,40	0,25
65	75	20 x 12	20							7,5		4,9		0,60	0,40
75	85	22 x 14	22	+ 0,052	+ 0,149	0	+ 0,026	- 0,022		9,0		5,4		0,60	0,40
85	95	25 x 14	25	0	+ 0,065	- 0,052	- 0,026	- 0,074		9,0		5,4		0,60	0,40
95	110	28 x 16	28							10,0		6,4		0,60	0,40
110	130	32 x 18	32							11,0		7,4		0,60	0,40
130	150	36 x 20	36							12,0		8,4		1,00	0,70
150	170	40 x 22	40	+ 0,062	+ 0,180	0	+ 0,031	- 0,026		13,0		9,4		1,00	0,70
170	200	45 x 25	45	0	+ 0,080	- 0,062	- 0,031	- 0,088		15,0		10,5		1,00	0,70
200	230	50 x 28	50							17,0		11,4		1,00	0,70
230	260	56 x 32	56	+ 0,074	+ 0,220	0	+ 0,037	- 0,032		20,0	+ 0,3 0	12,4	+ 0,3 0	1,60	1,20
260	290	63 x 32	63	0	+ 0,100	- 0,074	- 0,037	- 0,106		20,0		12,4		1,60	1,20
290	330	70 x 36	70							22,0		14,4		1,60	1,20
330	380	80 x 40	80							25,0		15,4		2,50	2,00
380	440	90 x 45	90	+ 0,087	+ 0,260	0	+ 0,043	- 0,037		28,0		17,4		2,50	2,00
440	500	100 x 50	100	0	+ 0,120	- 0,087	- 0,044	- 0,124		31,0		19,5		2,50	2,00

1) Tolerância da altura da chaveta: secção quadrada h9; secção retangular h11.

2) Comprimentos preferidos de chavetas (em mm): 6 - 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 18 - 20 - 22 - 25 - 28 - 32 - 36 - 40 - 45 - 50 - 56 - 63 - 70 - 80 - 90 - 100 - 110 - 125 - 140 - 160 - 180 - 200 - 220 - 250 - 280 - 320 - 360 e 400.

NB. Material: Aço com resistência à tração 60 kgf/mm<sup>2</sup> na condição final; salvo prévia especificação em contrário entre fabricante e consumidor.

1. A relação entre o diâmetro do eixo e da secção da chaveta aplica-se para uso normal. Uma secção menor da chaveta pode ser usada quando é adequada para o momento de força transmitido. Neste caso as profundidades t<sub>1</sub> e t<sub>2</sub> devem ser recalculadas, para manter a relação h/2. Uma secção maior da chaveta não deve ser usada.

2. A profundidade das canaletas nos eixos e nos cubos deve ser obtida por medição direta ou por medição das dimensões (d - t<sub>1</sub>) e (d + t<sub>2</sub>). A tolerância indicada para t<sub>1</sub> e t<sub>2</sub> adapta-se às 2 dimensões compostas (d - t<sub>1</sub>) e (d + t<sub>2</sub>) mas o sinal da tolerância indicada na tabela para t<sub>1</sub> deve ser invertido. A profundidade das canaletas deve ser medida no plano de simetria da canaleta.

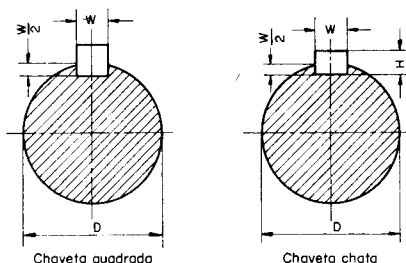
A tolerância para t<sub>1</sub> e t<sub>2</sub> é aproximadamente igual à tolerância k12, que pode ser obtida considerando a espessura h/2 da chaveta como dimensão nominal.

# CHAVETAS (NORMA AMERICANA)

## CHAVETAS QUADRADA E

## CHATA

ASA B 17.1 - 1943

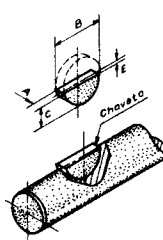


Dimensões em pol.

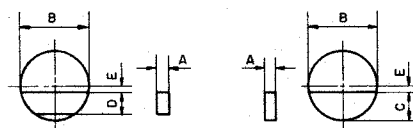
Diâmetro do eixo d	Chaveta quadrada		Diâmetro do eixo d	Chaveta chata	
	W	W x H		W	W x H
1/2 - 9/16	1/8	1/8 x 3/32	2 5/16 - 2 3/4	5/8	5/8 x 7/16
5/8 - 7/8	3/16	3/16 x 1/8	2 7/8 - 3 1/4	3/4	3/4 x 1/2
1 5/16 - 1 1/4	1/4	1/4 x 3/16	3 3/8 - 3 3/4	7/8	7/8 x 5/8
1 5/16 - 1 3/8	5/16	5/16 x 1/4	3 7/8 - 4 1/2	1	1 x 3/4
1 7/16 - 1 3/4	3/8	3/8 x 1/4	4 3/4 - 5 1/2	1 1/4	1 1/4 x 7/8
1 13/16 - 2 1/4	1/2	1/2 x 3/8	5 3/4 - 6	1 1/2	1 1/2 x 1

## CHAVETA WOODRUFF

ASA B 17 f - 1930  
(R 1955)



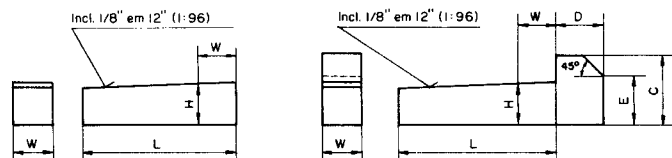
Dimensões em pol.



Nº	Tamanho nominal A x B	Altura da chaveta		E	Prof. do rasgo no eixo
		C <sub>máx.</sub>	D <sub>máx.</sub>		
204	1/16 x 1/2	0,203	0,194	3/64	0,1718
304	3/32 x 1/2	0,203	0,194	3/64	0,1561
305	3/32 x 5/8	0,250	0,240	1/16	0,2031
404	1/8 x 1/2	0,203	0,194	3/64	0,1405
405	1/8 x 5/8	0,250	0,240	1/16	0,1875
406	1/8 x 3/4	0,313	0,303	1/16	0,2505
505	5/32 x 5/8	0,250	0,240	1/16	0,1719
506	5/32 x 3/4	0,313	0,303	1/16	0,2349
507	5/32 x 7/8	0,375	0,365	1/16	0,2969
606	3/16 x 3/4	0,313	0,303	1/16	0,2193
607	3/16 x 7/8	0,375	0,365	1/16	0,2813
608	3/16 x 1	0,438	0,428	1/16	0,3443
609	3/16 x 1 1/8	0,484	0,475	5/64	0,3903
807	1/4 x 7/8	0,375	0,365	1/16	0,2500
808	1/4 x 1	0,438	0,428	1/16	0,3130
809	1/4 x 1 1/8	0,484	0,475	5/64	0,3590
810	1/4 x 1 1/4	0,547	0,537	5/64	0,4220
811	1/4 x 1 3/8	0,594	0,584	3/32	0,4690
812	1/4 x 1 1/2	0,641	0,631	7/64	0,5160
1008	5/16 x 1	0,438	0,428	1/16	0,2818
1009	5/16 x 1 1/8	0,484	0,475	5/64	0,3278
1010	5/16 x 1 1/4	0,547	0,537	5/64	0,3908
1011	5/16 x 1 3/8	0,594	0,584	3/32	0,4378
1012	5/16 x 1 1/2	0,641	0,631	7/64	0,4848
1210	3/8 x 1 1/4	0,547	0,537	5/64	0,3595
1211	3/8 x 1 3/8	0,594	0,584	3/32	0,4065
1212	3/8 x 1 1/2	0,641	0,631	7/64	0,4535

## CHAVETAS INCLINADAS COM CABEÇA E SEM CABEÇA

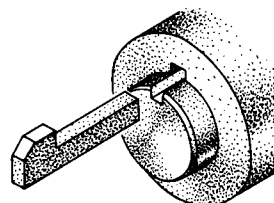
ASA B 17.1 - 1943



Comprimento mínimo = 4W

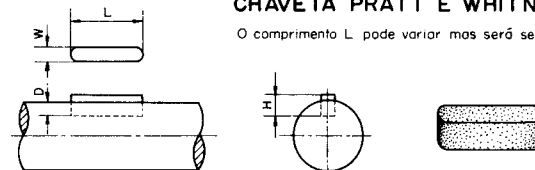
Comprimento máximo = 16W

Dimensões em pol.



## CHAVETA PRATT E WHITNEY

O comprimento L pode variar mas será sempre maior que 2W.

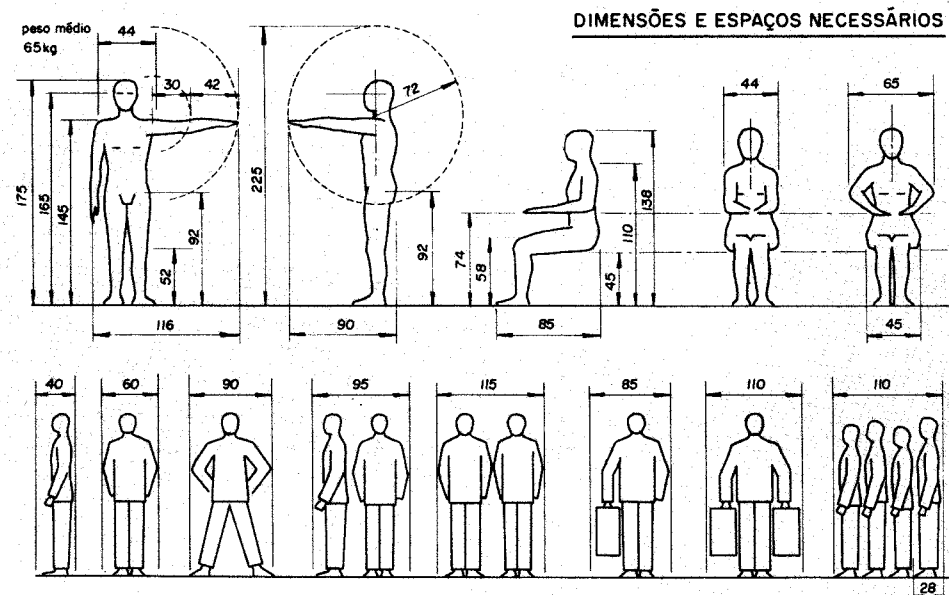
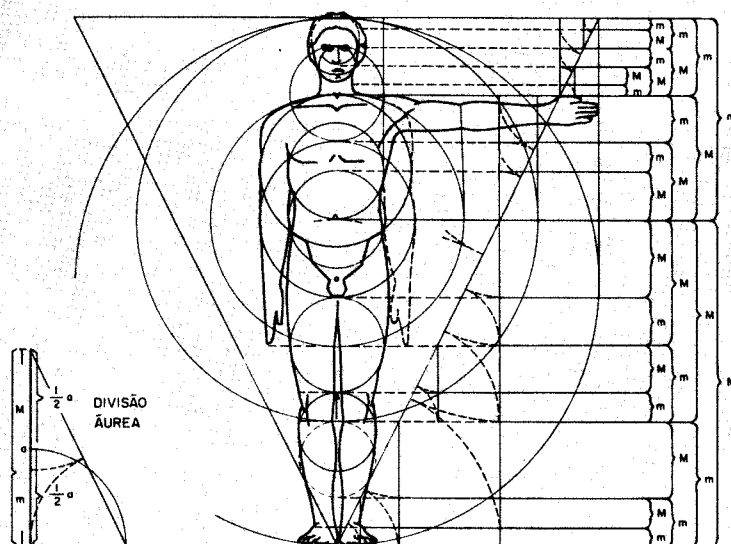


Dimensões em pol.

Nº	L	W	H	D	Nº	L	W	H	D
1	1/2	1/16	3/32	1/16	22	1 3/8	1/4	3/8	1/4
2	1/2	3/32	9/64	3/32	23	1 3/8	5/16	15/32	5/16
3	1/2	1/8	3/16	1/8	F	1 3/8	3/8	9/16	3/8
4	5/8	3/32	9/64	3/32	24	1 1/2	1/4	3/8	1/4
5	5/8	1/8	3/16	1/8	25	1 1/2	5/16	15/32	5/16
6	5/8	5/32	15/64	5/32	G	1 1/2	3/8	9/16	3/8
7	3/4	1/8	3/16	1/8	51	1 3/4	1/4	3/8	1/4
8	3/4	5/32	15/64	5/32	52	1 3/4	5/16	15/32	5/16
9	3/4	3/16	9/32	3/16	53	1 3/4	3/8	9/16	3/8
10	7/8	5/32	15/64	5/32	26	2	3/16	9/32	3/16
11	7/8	3/16	9/32	3/16	27	2	1/4	3/8	1/4
12	7/8	7/32	21/64	7/32	28	2	5/16	15/32	5/16
A	7/8	1/4	3/8	1/4	29	2	3/8	9/16	3/8
13	1	3/16	9/32	3/16	54	2 1/4	1/4	3/8	1/4
14	1	7/32	21/64	7/32	55	2 1/4	5/16	15/32	5/16
15	1	1/4	3/8	1/4	56	2 1/4	3/8	9/16	3/8
B	1	5/16	15/32	5/16	57	2 1/4	7/16	21/32	7/16
16	1 1/8	3/16	9/32	3/16	58	2 1/2	5/16	15/32	5/16
17	1 1/8	7/32	21/64	7/32	59	2 1/2	3/8	9/16	3/8
18	1 1/8	1/4	3/8	1/4	60	2 1/2	7/16	21/32	7/16
C	1 1/8	5/16	15/32	5/16	61	2 1/2	3/4	1 1/2	1 1/2
19	1 1/4	3/16	9/32	3/16	30	3	3/8	9/16	3/8
20	1 1/4	7/32	21/64	7/32	31	3	7/16	21/32	7/16
21	1 1/4	1/4	3/8	1/4	32	3	1/2	3/4	1/2
D	1 1/4	5/16	15/32	5/16	33	3	9/16	27/32	9/16
E	1 1/4	3/8	9/16	3/8	34	3	5/8	15/16	5/8



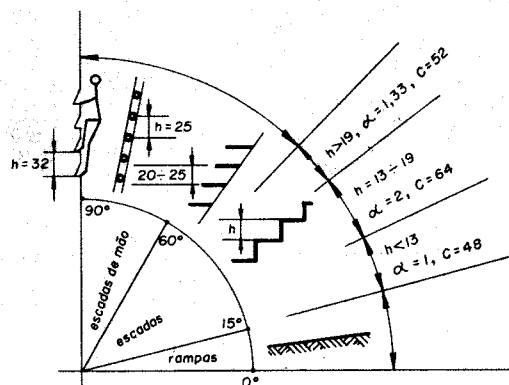
# PROPORÇÕES DO HOMEM



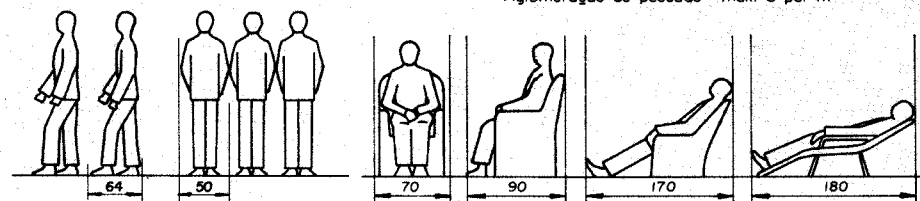
## FÓRMULA DAS ESCADAS:

$$p + \alpha h = C$$

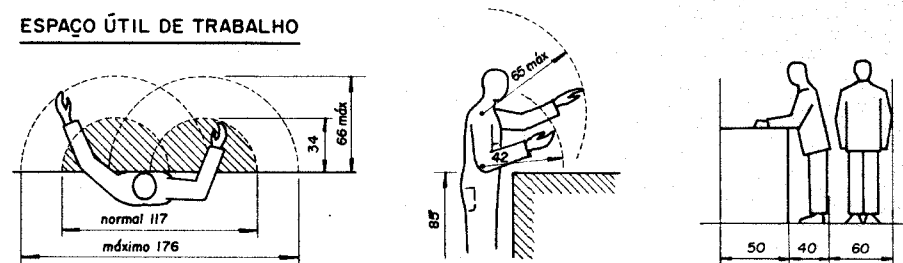
p = comprimento do piso  
h = altura do espelho



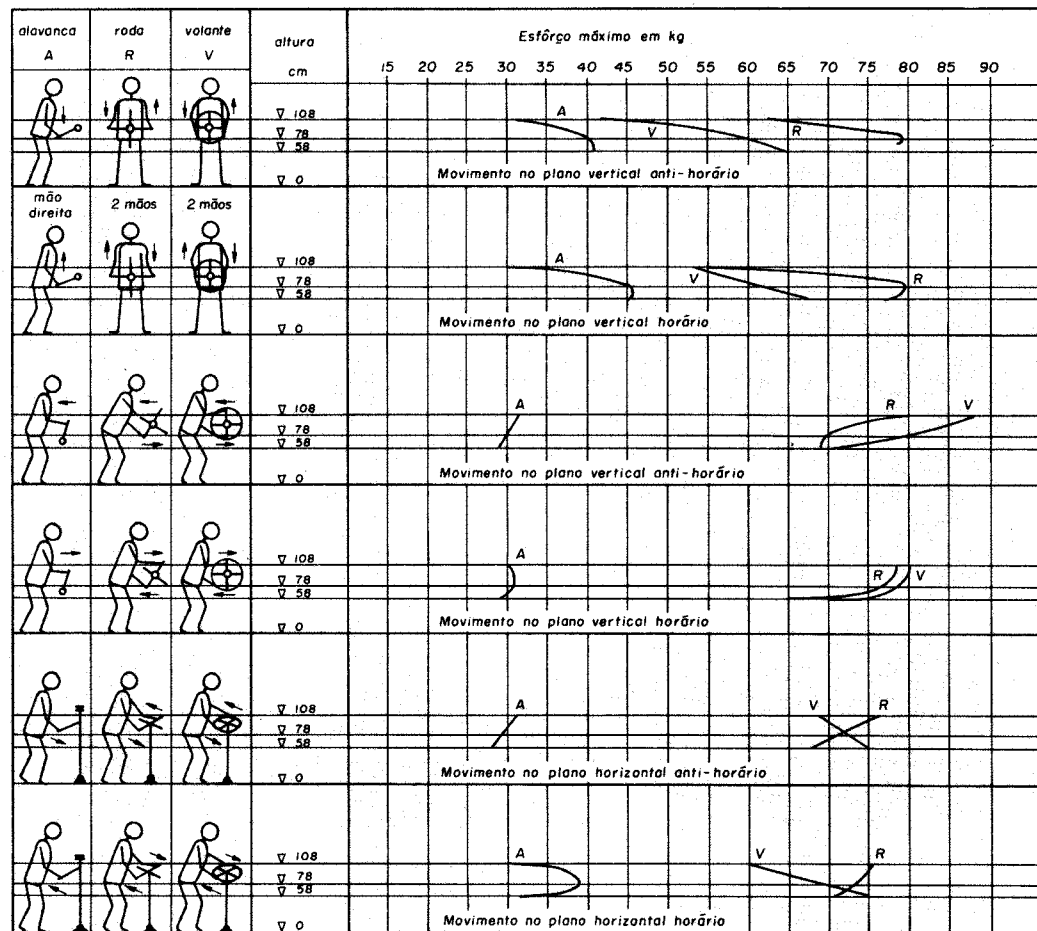
Aglomerado de pessoas: máx. 6 por m<sup>2</sup>



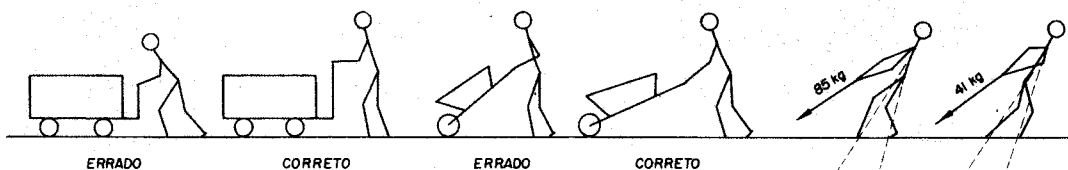
## ESPAÇO ÚTIL DE TRABALHO



# ESFORÇOS NOS COMANDOS



## POSIÇÕES PARA A TRAÇÃO

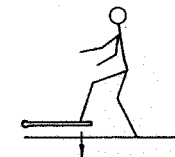


## ESFÔRÇO NAS ALAVANCAS DE COMANDO



### APÊRTO DE MÃO

normal: 10 kg  
máximo: 20 kg  
curso: 2 ÷ 3 cm

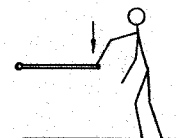


### PEDAL: EM PÉ

máximo: 25 kg  
curso: 10 cm

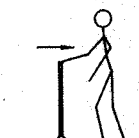
### PEDAL: SENTADO

máximo: 13 kg  
curso: 8 cm



### ALAVANCA HORIZONTAL

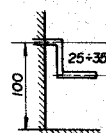
normal: 18 kg  
máximo: 70 kg  
curso: 20 cm



### ALAVANCA VERTICAL

normal: 24 kg  
máximo: 50 kg  
curso: 30 cm

### MANIVELA



1h → 12 ÷ 14 kg m  
3h → 9 ÷ 10 kg m  
8h → 6 ÷ 8 kg m

esforço kg	raio cm	velocidade rpm	m/seg
10	20	33	0,7
10	30	31	0,9
9	35	29	1,10

### ACELERAÇÃO

Limite máx. de tolerância: 25 m/s<sup>2</sup>  
Limite máx. instantâneo: 45 m/s<sup>2</sup>  
Normal para ascensão: 0,3 ÷ 0,5 m/s<sup>2</sup>

### DECELERAÇÃO

Com amort. de choque: máx 40 m/s<sup>2</sup>  
Com disposit. de segurança: 10 ÷ 20 m/s<sup>2</sup>  
Normal: 0,5 ÷ 1 m/s<sup>2</sup>  
Trem: máx. 2 m/s<sup>2</sup>

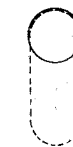
## ESFÔRÇO PARA TRAÇÃO

40 ÷ 60 kg à veloc. de 0,5 m/seg  
5 ÷ 10 kg à veloc. de 1,7 ÷ 2 m/seg

PARA 8 horas de trabalho:

15 kg à veloc. de 0,8 m/seg.

## CORRENTE SUSPENSA



Veloc. 25 ÷ 30 m/min

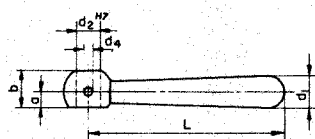
hora	kg	kgm
8	12	8
3	16	10
1	30	12

# ALAVANCAS

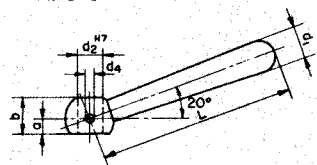
## DIN 99

TIPO A	Tamanho nominal	d <sub>1</sub> mm	L mm	d <sub>2</sub> mm	d <sub>3</sub> mm	Peso (fe fo) kg
	6	6	40	4	10	0,011
	8	8	50	5	12	0,019
	10	10	64	7	16	0,042
	13	13	80	9	20	0,086
	16	16	100	11	25	0,164
	20	20	125	14	32	0,327
	25	25	160	18	40	0,665
	32	32	200	22	50	1,31

## TIPO B

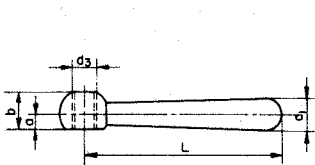


## TIPO C

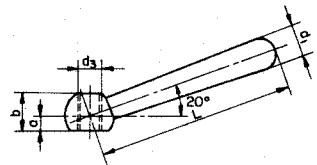


Tamanho nominal	d <sub>1</sub> mm	L mm	d <sub>2</sub> mm	d <sub>4</sub> mm	a mm	b ~ mm	Pino	Peso (fe fo) kg
6 x 4	6	40	4	1,5	3	7,8	1,5 x 10	0,010
6 x 5	6	40	5	1,5	3	7,5	1,5 x 10	0,010
8 x 5	8	50	5	2	4	9,8	2 x 12	0,017
8 x 6	8	50	6	2	4	9,5	2 x 12	0,017
10 x 6	10	64	6	2,5	5	12,4	2,5 x 16	0,038
10 x 8	10	64	8	2,5	5	11,9	2,5 x 16	0,036
13 x 8	13	80	8	3	6	15,1	3 x 20	0,077
13 x 10	13	80	10	3	6	14,7	3 x 20	0,074
16 x 10	16	100	10	4	7,5	19	4 x 26	0,146
16 x 12	16	100	12	4	7,5	18,4	4 x 26	0,141
20 x 14	20	125	14	5	10	24,4	5 x 32	0,286
20 x 16	20	125	16	5	10	23,9	5 x 32	0,278
25 x 18	25	160	18	6	12,5	30,3	6 x 40	0,571
25 x 20	25	160	20	6	12,5	29,8	6 x 40	0,564
32 x 22	32	200	22	8	18	40,5	8 x 50	1,16
32 x 24	32	200	24	8	18	39,9	8 x 50	1,14

## TIPO D



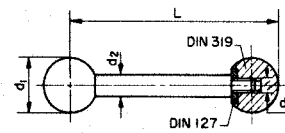
## TIPO E



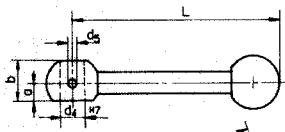
Tamanho nominal	d <sub>1</sub> mm	L mm	d <sub>3</sub>	a mm	b ~ mm	Peso (fe fo) kg
6 x M 5	6	40	M 5	3	7,5	0,010
8 x M 6	8	50	M 6	4	9,5	0,017
10 x M 8	10	64	M 8	5	12,3	0,036
13 x M 10	13	80	M 10	6	15,2	0,076
16 x M 12	16	100	M 12	7,5	19	0,142
20 x M 16	20	125	M 16	10	24,5	0,285
25 x M 20	25	160	M 20	12,5	30,7	0,577
32 x M 24	32	200	M 24	18	41	1,17

## LOEWE 308.09

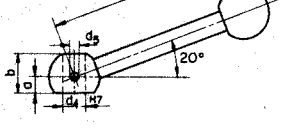
### TIPO A



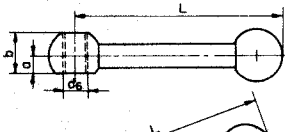
### TIPO B



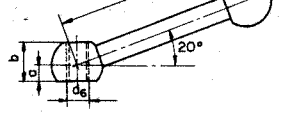
### TIPO C



### TIPO D



### TIPO E



Tamanho nominal	L mm	d <sub>1</sub> mm	d <sub>2</sub> mm	d <sub>3</sub>	Manipulo DIN 319	Anel elástico DIN 127	Peso (fe fo) kg
63	63	16	8	M 5	F 20	B 5	0,04
80	80	20	9	M 5	F 20	B 5	0,07
100	100	25	11	M 6	F 25	B 6	0,12
125	125	32	15	M 8	F 32	B 8	0,25
160	160	40	18	M 10	F 40	B 10	0,51
200	200	50	22	M 12	F 50	B 12	1,00

### TIPOS B e C

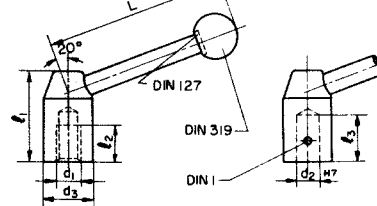
Tamanho nominal	L mm	d <sub>4</sub> mm	d <sub>5</sub> mm	a mm	b ~ mm	Pino DIN 1	Peso (fe fo) kg
63 x 6	63	6	2,5	5	12,5	2,5 x 16	0,04
63 x 8	63	8	2,5	5	12	2,5 x 16	0,03
80 x 8	80	8	3	6	15	3 x 20	0,06
80 x 10	80	10	3	6	14,5	3 x 20	0,06
100 x 10	100	10	4	7,5	19	4 x 25	0,11
100 x 12	100	12	4	7,5	18,5	4 x 25	0,10
125 x 14	125	14	5	10	24,5	5 x 32	0,21
125 x 16	125	16	5	10	24	5 x 32	0,20
160 x 18	160	18	6	12,5	30,5	6 x 40	0,42
160 x 20	160	20	6	12,5	30	6 x 40	0,41
200 x 22	200	22	8	18	40,5	8 x 50	0,85
200 x 24	200	24	8	18	40	8 x 50	0,83

### TIPOS D e E

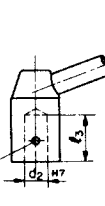
Tamanho nominal	L mm	d <sub>6</sub>	a mm	b ~ mm	Peso (fe fo) kg
63 x M 8	63	M 8	5	12,5	0,03
80 x M 10	80	M 10	6	15	0,06
100 x M 12	100	M 12	7,5	19	0,10
125 x M 16	125	M 16	10	25	0,20
160 x M 20	160	M 20	12,5	31	0,42
200 x M 24	200	M 24	18	41	0,86

## LOEWE 308.10

### TIPO A



### TIPO B



### TIPO A

Tamanho nominal	L mm	d <sub>1</sub>	d <sub>3</sub> mm	l <sub>1</sub> mm	l <sub>2</sub> mm	DIN 127	DIN 319	Peso (fe fo) kg
63 x M 8	63	M 8	18	32	12	B 5	F 20	0,08
80 x M 10	80	M 10	22	40	16	B 5	F 20	0,135
100 x M 12	100	M 12	28	50	20	B 6	F 25	0,290
125 x M 16	125	M 16	36	63	25	B 8	F 32	0,555
160 x M 20	160	M 20	45	80	32	B 10	F 40	1,10

### TIPO B

Tamanho nominal	L mm	d <sub>2</sub> mm	d <sub>3</sub> mm	l <sub>1</sub> mm	l <sub>2</sub> mm	DIN 127	DIN 319	Pino	Peso (fe fo) kg
63 x 8	63	8	18	32	16	B 5	F 20	2,5 x 18	0,077
80 x 10	80	10	22	40	20	B 5	F 20	3 x 22	0,132
100 x 12	100	12	28	50	25	B 6	F 25	4 x 28	0,285
125 x 16	125	16	36	63	32	B 8	F 32	4 x 36	0,545
160 x 20	160	20	45	80	40	B 10	F 40	5 x 45	1,08

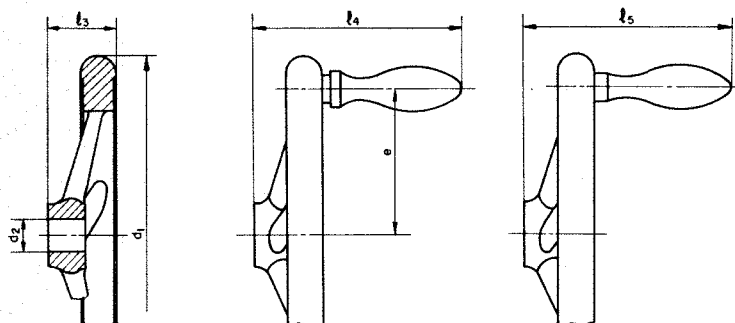
# VOLANTES DE MÃO

Forma A1 até A8  
sem punho  
até  $d_1 = 800$  mm

Forma D1 até D8  
com punho abaulado móvel  
até  $d_1 = 500$  mm

Forma F1 até F8  
com punho abaulado fixo  
até  $d_1 = 500$  mm

Execução	Aro			Execução	Aro			Execução	Aro		
	bruto	polido	liso ∇		bruto	polido	liso ∇		bruto	polido	liso ∇
com	A1	A3	A7	com	D1	D3	D7	com	F1	F3	F7
sem	A2	A4	A8	sem	D2	D4	D8	sem	F2	F4	F8



$d_1$ mm	$d_2$ (H7) mm		e mm	$l_3$ mm ~	$l_4$ mm ~	$l_5$ mm ~	Diâmetros $d_1$ dos punhos abaulados correspondentes conforme DIN 39 ou DIN 98 mm	Peso de um volante de mão execução A4 de GG kg ~
	Série 1	Série 2						
80	10	12	27	29	81	76	16	0,36
100	10	12	36	33	84	79		0,50
125	12	14	47	36	101	98	20	0,75
(140)	14	16	52	39	104	100		0,94
160	14	16	62	40	120	118		1,2
(180)	16	18	72	43	122	118	25	1,62
200	18	22	80	45	122	119		2
250	22	26	101	50	152	146	32	3,8
315	26	30	132	56	156	150		5,8
400	30	34	171	63	176	171	36	9,5
500	34	40	220	72	183	178		15
630	40	50	—	88	—	—	—	24
800	50	—	—	105	—	—	—	34

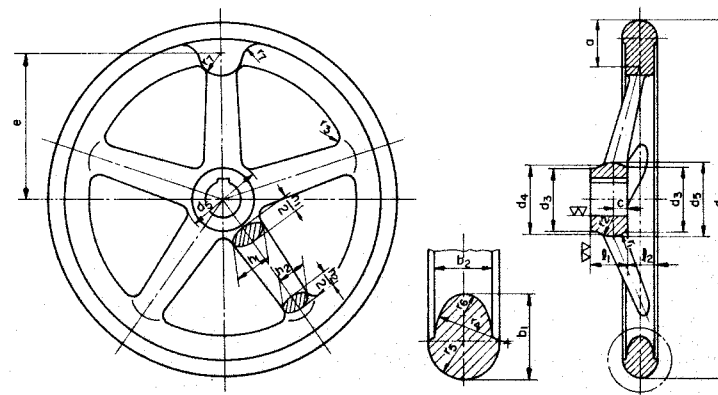
Tamanhos entre parêntesis evitar sempre que possível.

i) Em volantes de mão fundidos com aro em bruto  $b_1$ ,  $d_1$ ,  $l_2$ ,  $l_3$  e  $r_5$  recebem um acréscimo para o uso.

Designação de um volante de mão Forma D4 de  $d_1 = 250$  mm,  $d_2 = 22$  mm e corpo do volante de ferro fundido cinzento (GG):

**Volante de mão D4 - 250 x 22 DIN 950 - GG**

Consultar DIN 950 para informações mais completas.



$d_1$ mm	a mm	$b_1$ mm	$b_2$ mm	c mm	$d_3$ mm	$d_4$ mm	$d_5$ mm	e mm	$h_1$ mm	$h_2$ mm	$l_1$ mm	$l_2$ mm	$r_1$ mm	$r_2$ mm	$r_3$ mm	$r_4$ mm	$r_5$ mm	$r_6$ mm	$r_7$ mm	Nº dos raios
80	14	14	10	6	24	26	28	27	13	11	16	13	6	12	3,5	—	7	5	8	
100	15	18	12	6	26	28	30	36	16	14	17	16	7	14	3,5	15	7,5	4	10	
125	16	19	13	7	28	30	33	47	18	16	18	18	7	14	3,5	16	8	4	10	
(140)	17	19	13	7	30	32	35	52	20	17	19	20	8	16	4	17	8,5	4	10	3
160	19	20	14	7	32	34	38	62	22	19	20	20	8	16	4	18	9	5	12	
(180)	22	24	16	8	35	37	41	72	24	20	22	21	8	16	4	20	10	5,5	12	
200	24	25	17	10	38	40	44	80	26	22	24	21	9	18	5,5	22	11	6	12	
250	33	30	21	10	45	48	54	101	26	22	28	22	9	18	6	26	13	8	14	
315	40	33	23	11	53	56	65	132	30	26	33	23	12	24	7	28	14	8,5	14	5
400	50	37	26	12	65	70	80	171	34	30	38	25	12	24	8	32	16	10,5	17	
500	62	40	28	14	78	82	95	220	38	32	45	27	14	28	8,5	34	17	12	17	
630	75	42	30	17	95	100	116	—	38	32	56	32	19	38	8	36	18	13,5	—	7
800	72	42	30	20	116	121	142	—	42	34	68	37	22	44	10	36	18	13,5	—	

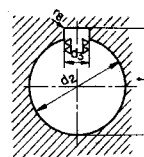
Afastamentos para dimensões sem indicação de tolerância: usinado: média DIN 7168

fundido, bruto

para GG: Grupo de tolerância B conforme DIN 1686

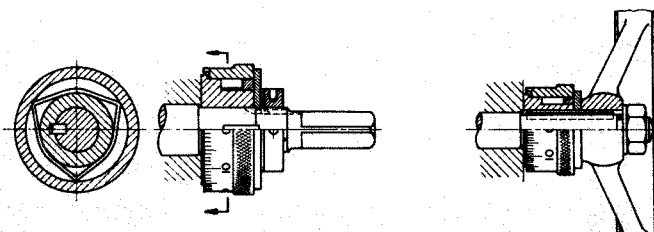
para GS: Grupo de tolerância B conforme DIN 1683

i) Ver tabela ao lado.



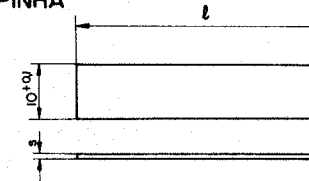
$d_2$ (H7)		10	12	14	16	18	22	26	30	34	40	50	
$b_3$ (P9)		3	4	5	5	6	6	8	8	10	12	14	
t		11,4	13,8	16,3	18,3	20,8	24,8	29,3	33,3	37,3	43,3	53,8	
	Afast. adm.	+ 0,1 0						+ 0,2 0					
$r_8$	máx.	0,16			0,25				0,4				
	mín.	0,08			0,16				0,25				

# ESCALA DO VOLANTE



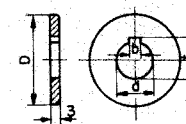
Escola	Bucha	Chapinha	Encosto	Arruela
Loewe 304.081	Loewe 304.091	Loewe 304.083	Loewe 304.082	Loewe 304.092
30	24 x 12a	0,3 x 10	30 x 18	28 x 12a
40	32 x 14a	0,4 x 10	40 x 25	38 x 14a
40	32 x 15a	0,4 x 10	40 x 25	38 x 15a
40	32 x 16a	0,4 x 10	40 x 25	38 x 16a
60	50 x 12a	0,6 x 10	60 x 38	58 x 12a
60	50 x 15a	0,6 x 10	60 x 38	58 x 15a
60	50 x 16a	0,6 x 10	60 x 38	58 x 16a
80	50 x 20a	0,6 x 10	60 x 38	58 x 20a
80	50 x 28a	0,6 x 10	60 x 38	58 x 28a
80	68 x 14a	0,8 x 10	80 x 50	76 x 14a
80	68 x 16a	0,8 x 10	80 x 50	76 x 16a
80	68 x 28a	0,8 x 10	80 x 50	76 x 28a

## CHAPINHA



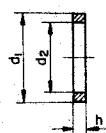
Tamanho nominal	s	l	Peso de 100 peças
	mm	mm	kg
0,3 x 10	0,3	22	0,055
0,4 x 10	0,4	29	0,100
0,6 x 10	0,6	45	0,210
0,8 x 10	0,8	60	0,360

## ARRUELA



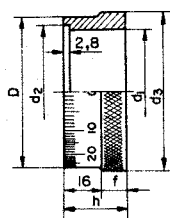
Tamanho nominal	D	d	b	t <sub>1</sub>	Escola	Peso
	mm	mm	mm	mm		kg
28 x 12a	28	12	4	13	30	0,012
38 x 14a	38	14	5	15,2	40	0,025
38 x 15a	38	15	5	16,2	40	0,025
38 x 16a	38	16	5	17,2	40	0,025
58 x 12a	58	12	4	13	60	0,059
58 x 15a	58	15	5	16,2	60	0,057
58 x 16a	58	16	5	17,2	60	0,060
58 x 20a	58	20	6	21,6	60	0,055
58 x 25a	58	25	8	26,6	60	0,042
58 x 28a	58	28	8	29,6	60	0,050
76 x 14a	76	14	5	15,2	80	0,1
76 x 16a	76	16	5	17,2	80	0,090
76 x 18a	76	18	6	19,6	80	0,090
76 x 28a	76	28	8	29,6	80	0,095
76 x 30a	76	30	8	31,6	80	0,075

## ENCOSTO



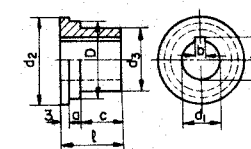
Tamanho nominal	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub> (H7)	h	Peso de 100 peças
	mm	mm	mm	kg
30 x 18	18	24	5	0,750
40 x 25	25	32	5	1,200
60 x 38	38	50	6	3,900
80 x 50	50	68	6	7,800

## ESCALA



Tamanho nominal	D	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	f	h	Peso
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg
30	30	24	27	33	7,8	23,7	0,055
40	40	32	36	43	7,8	23,7	0,090
60	60	50	55	63	9,8	25,7	0,185
80	80	68	75	83	9,8	25,7	0,290

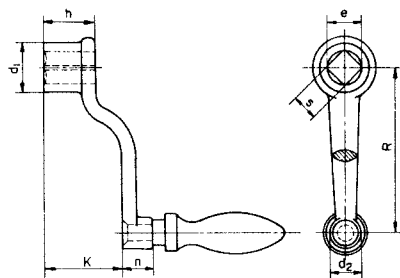
## BUCHA



Tamanho nominal	D	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	a	b	c	l	t <sub>1</sub>	Escola	Peso
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		kg
24 x 12a	24	12	26,7	18	5	4	16	24	13	30	0,040
32 x 14a	32	14	35,7	25	5	5	16	24	15,2	40	0,085
32 x 15a	32	15	35,7	25	5	5	16	24	16,2	40	0,080
32 x 16a	32	16	35,7	25	5	5	16	24	17,2	40	0,080
50 x 12a	50	12	54,7	38	6	4	17	26	13	60	0,275
50 x 15a	50	15	54,7	38	6	5	17	26	16,2	60	0,260
50 x 16a	50	16	54,7	38	6	5	17	26	17,2	60	0,255
50 x 20a	50	20	54,7	38	6	6	17	26	21,2	60	0,235
50 x 25a	50	25	54,7	38	6	8	17	26	26,6	60	0,19
50 x 28a	50	28	54,7	38	6	8	17	26	29,6	60	0,170
68 x 14a	68	14	74,7	50	6	5	17	26	15,2	80	0,500
68 x 16a	68	16	74,7	50	6	5	17	26	17,2	80	0,470
68 x 18a	68	18	74,7	50	6	6	17	26	19,6	80	0,48
68 x 28a	68	28	74,7	50	6	8	17	26	29,6	80	0,405
68 x 30a	68	30	74,7	50	6	8	17	26	31,6	80	0,38

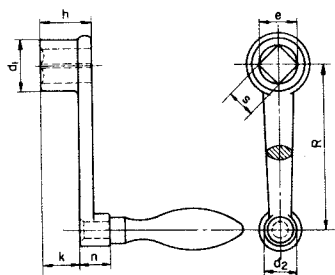
# MANIVELAS

DIN 468



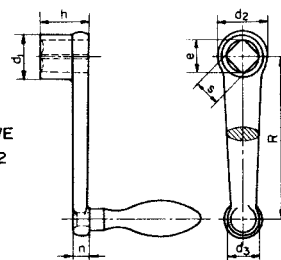
Tamanho nominal	R	s	e	d1	d2	h	k	n	Manípulo	Peso (fe fo)
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	nº	kg
64 x 9	64	9	12,1	20	14	20	32	11	16	0,115
64 x 10	64	10	13,1	20	14	20	32	11	16	0,105
80 x 10	80	10	13,1	24	15	24	38	14	20	0,205
80 x 12	80	12	16,1	24	15	24	38	14	20	0,200
100 x 12	100	12	16,1	28	16	28	48	14	20	0,290
100 x 14	100	14	18,1	28	16	28	48	14	20	0,270
125 x 14	125	14	18,1	34	19	34	55	18	25	0,480
125 x 17	125	17	22,15	34	19	34	55	18	25	0,465
160 x 17	160	17	22,15	38	20	38	65	18	25	0,660
160 x 19	160	19	25,15	38	20	38	65	18	25	0,630
200 x 19	200	19	25,15	44	26	44	78	22	32	1,120
200 x 22	200	22	28,15	44	26	44	78	22	32	1,030
250 x 22	250	22	28,15	48	26	48	90	22	32	1,400
250 x 24	250	24	32,15	48	26	48	90	22	32	1,375

DIN 469



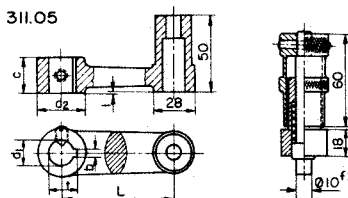
Tamanho nominal	R	s	e	d1	d2	h	n	k ~	Manípulo	Peso (fe fo)
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	nº	kg
32 x 8	32	8	10,1	16	13	16	11	12	16	0,075
40 x 9	40	9	12,1	18	13	18	11	14	16	0,085
50 x 10	50	10	13,1	20	13	20	11	16	16	0,110
64 x 9	64	9	12,1	20	14	20	11	15	16	0,115
64 x 10	64	10	13,1	20	14	20	11	15	16	0,115
80 x 10	80	10	13,1	24	15	24	14	18	20	0,210
80 x 12	80	12	16,1	24	15	24	14	18	20	0,195
100 x 12	100	12	16,1	28	16	28	14	21	20	0,270
100 x 14	100	14	18,1	28	16	28	14	21	20	0,250
125 x 14	125	14	18,1	34	19	34	18	26	25	0,470
125 x 17	125	17	22,15	34	19	34	18	26	25	0,460
160 x 17	160	17	22,15	38	20	38	18	29	25	0,600
160 x 19	160	19	25,15	38	20	38	18	29	25	0,600
200 x 19	200	19	25,15	44	26	44	22	34	32	1,055
200 x 22	200	22	28,15	44	26	44	22	34	32	1,040
250 x 22	250	22	28,15	48	26	48	22	36	32	1,350
250 x 24	250	24	32,15	48	26	48	22	36	32	1,300

LOEWE 311.02



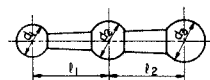
Tamanho nominal	R	s	e	d1	d2	d3	h	n	Manípulo	Peso (fe fo)
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	nº	kg
17 x 115	115	17	22,2	32	35	24	34	10	25	0,46
19 x 130	130	19	25,3	36	39	28	37,5	12	32	0,74
22 x 150	150	22	28,4	42	46	32	46	13	36	1,14

LOEWE 311.05



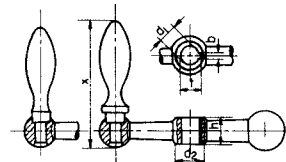
Tamanho nominal	d1 (H7)	L	c	d2	Chaveta b x t	Peso (fe fo)
mm	mm	mm	mm	mm		kg
16 x 75	16	75	24	32	5 x 17,2	0,625
18 x 90	18	90	26	34	6 x 19,6	0,635
20 x 110	20	110	30	36	6 x 21,6	0,725
22 x 135	22	135	32	42	6 x 23,6	0,830
24 x 165	24	165	36	44	8 x 25,6	1,050
26 x 225	26	225	40	48	8 x 27,6	1,385

LOEWE 311.01



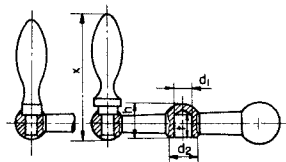
Tamanho nominal	l1	l2	d1	d2	d3	Peso (fe fo)
mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg
30	30	30	16	22	23	0,125
40	40	40	19	22	25	0,18
50	50	50	21,5	26	28	0,24
60	60	60	23,5	29	32	0,37
70	70	70	26	32	35,5	0,52
80	80	80	28	35	40	0,70
90	90	90	30	38	43,8	0,93

LOEWE 311.01



Tamanho nominal	d1 (H7)	d2	h	x	Chaveta b x t	Manípulo	Peso (fe fo)
mm	mm	mm	mm	mm		nº	kg
30	10	16	15,2	66,5	3 x 11	16	0,15
40	10	16	15,2	66,5	3 x 11	16	0,21
50	12	20	16,6	82,5	4 x 13	20	0,30
60	13	22	19	98,5	5 x 14,2	25	0,50
70	13	24	21,2	101,5	5 x 14,2	25	0,64
80	14	27	22,2	102,5	5 x 15,2	25	0,80
90	16	30	23,2	126,5	5 x 17,2	32	1,17

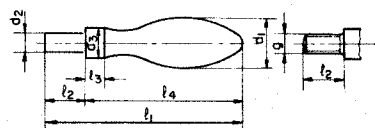
LOEWE 311.01



Tamanho nominal	d1 (H7)	d2	t	h	x ~	Manípulo	Peso (fe fo)
mm	mm	mm	mm	mm	mm	nº	kg
30	10	16	14	18,6	66,5	16	0,155
40	10	16	14	18,6	66,5	16	0,215
50	12	20	16	21,3	82,5	20	0,31
60	13	22	17	24	98,5	25	0,51
70	13	24	18	28,6	101,5	25	0,62
80	14	27	20	28,6	102,5	25	0,82
90	16	30	22	30,6	126,5	32	1,185

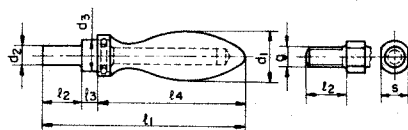
# MANÍPULOS

DIN 39



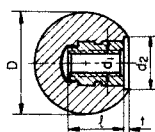
Tamanho nominal	d <sub>1</sub> mm	d <sub>2</sub> mm	g	d <sub>3</sub> mm	l <sub>1</sub> mm	l <sub>2</sub> mm	l <sub>2</sub> Curto mm	l <sub>3</sub> mm	l <sub>4</sub> mm	Peso (fe fo) kg
10	10	4	M 4	7	40	8		4	32	0,012
13	13	5	M 5	8	50	10		5	40	0,027
16	16	7	M 6	10	63	13		7	50	0,049
20	20	8	M 8	13	80	16	11	8	64	0,086
25	25	10	M 10	16	100	20	12	10	80	0,18
32	32	13	M 12	20	125	25	14	13	100	0,36
36	36	16	M 16	22	140	28	15	14	112	0,51
40	40	16	M 16	26	157	32		16	125	0,75

DIN 98



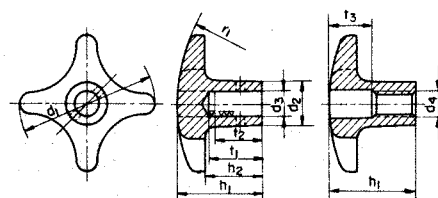
Tamanho nominal	d <sub>1</sub> mm	d <sub>2</sub> mm	g	d <sub>3</sub> mm	l <sub>1</sub> mm	l <sub>2</sub> mm	l <sub>2</sub> Curto mm	l <sub>3</sub> mm	l <sub>4</sub> mm	s mm	Peso (fe fo) kg
16	16	7	M 6	10	67,5	13		5,5	49	9	0,050
20	20	8	M 8	13	83	16	11	6	61	11	0,100
25	25	10	M 10	16	103	20	12	8	75	14	0,190
32	32	13	M 12	20	130,5	25	14	10,5	95	17	0,385
36	36	16	M 16	22	145	28	15	11	106	19	0,550
40	40	16	M 16	26	164	32		13	119	22	0,770

DIN 319



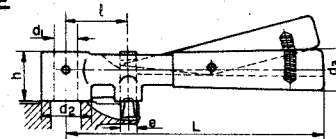
Tamanho nominal	D mm	d <sub>1</sub> mm	d <sub>2</sub> mm	l mm	t mm	Peso (fe fo) kg
20	20	M 5	10	10	1,3	0,01
25	25	M 6	13	13	1,5	0,02
32	32	M 8	16	16	1,7	0,03
40	40	M 10	19	20	2	0,07
50	50	M 12	24	24	2,3	0,11

DIN 6335



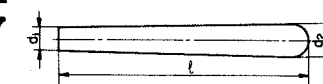
Tamanho nominal	d <sub>1</sub> mm	d <sub>2</sub> mm	d <sub>3</sub> (H7) mm	d <sub>4</sub> mm	h <sub>1</sub> mm	h <sub>2</sub> mm	h mm	t <sub>1</sub> mm	t <sub>2</sub> mm	t <sub>3</sub> mm	r <sub>1</sub> mm	Peso (fe fo) kg
32	32	12	6	M 6	20	10	10	15	12	10	50	0,050
40	40	14	8	M 8	25	14	13	18	15	12	60	0,080
50	50	18	10	M 10	32	20	17	21	18	16	70	0,130
63	63	20	12	M 12	40	25	21	25	22	20	80	0,230
80	80	25	16	M 16	50	30	25	32	28	30	100	0,500
100	100	32	20	M 20	63	38		40	36	38	120	1,000

LOEWE  
310.01



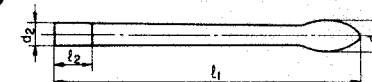
Tam. nom.	d <sub>1</sub> (H7) mm	d <sub>2</sub> mm	d <sub>3</sub> mm	L mm	h mm	l mm	e mm	Peso (fe fo) kg
16	16	32	28	170	32	40	10	0,70
20	20	40	32	200	40	50	12	1,13

LOEWE  
308.07



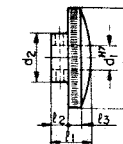
Tamanho nominal	d <sub>1</sub> mm	l mm	d <sub>2</sub> mm	Peso (fe fo) kg
85	10,2	85	13	0,070
100	11,6	100	15	0,110
130	11,6	130	16	0,150
160	11,5	160	17	0,205
190	11,5	190	18	0,255
220	12,4	220	20	0,370
260	15	260	24	0,600
300	17,6	300	28	0,950
350	19,9	350	32	1,370

DIN 830



Tamanho nominal	d <sub>1</sub> mm	l <sub>1</sub> mm	d <sub>2</sub> (m6) mm	l <sub>2</sub> mm	Peso (fe fo) kg
16	16	160	12	20	0,145
20	20	200	14	26	0,245
25	25	250	16	32	0,390
32	32	320	20	40	0,825
40	40	400	25	50	1,500

LOEWE 309.02



Tam. nom.	D mm	d <sub>1</sub> mm	d <sub>2</sub> mm	l <sub>1</sub> mm	l <sub>2</sub> mm	l <sub>3</sub> mm	Peso de 100 peças (fe fo) kg
25	25	6	12	11	6	3	1,70
35	35	8	16	11	6	3	3,60
38	38	9	16	12,5	6,5	3,5	4,40
42	42	10	20	14	7	4	6,75
46	46	11	20	15,5	7,5	4,5	8,50
50	50	12	24	17	8	5	11,40

# TELAS DE ARAME PARA PENEIRAS

BRITISH FINE MESH (BSS 410-1931)

Nº	Abertura nominal		Área de peneira
	pol	mm	
5	0,1320	3,353	44
6	0,1107	2,812	44
7	0,0949	2,411	44
8	0,0810	2,057	42
10	0,0660	1,676	44
12	0,0553	1,405	44
14	0,0474	1,204	44
16	0,395	1,003	40
18	0,336	0,853	36
22	0,0275	0,699	36
25	0,0236	0,599	35
30	0,0197	0,5	35
36	0,0166	0,422	36
44	0,0139	0,353	38
52	0,0118	0,295	37
60	0,0099	0,251	35
72	0,0083	0,211	36
85	0,0070	0,178	35
100	0,0060	0,152	36
120	0,0049	0,124	35
150	0,0041	0,104	37
170	0,0035	0,089	35
200	0,0030	0,078	36
240	0,0026	0,066	38
300	0,0021	0,053	41

I.M.M. (Inst. of Mines & Metallurgy)

Nº	Abertura nominal		Área de peneira
	pol	mm	
5	0,1000	2,540	25
8	0,0620	1,574	24,6
10	0,0500	1,270	25
12	0,416	1,056	24,9
16	0,0312	0,792	24,9
20	0,0250	0,635	25
30	0,0166	0,421	24,8
40	0,0125	0,347	25
50	0,0100	0,254	25
60	0,0083	0,211	24,8
70	0,0071	0,18	24,7
80	0,0062	0,157	24,6
90	0,0055	0,139	24,5
100	0,0050	0,127	25
120	0,0042	0,107	25,4
150	0,0033	0,084	24,5
200	0,0025	0,063	25

TYLER

Nº	Abertura nominal		Área de peneira
	pol	mm	
4	0,1850	4,699	54,8
5	0,1560	3,962	60,8
6	0,1310	3,327	61,5
7	0,1100	2,794	59,3
8	0,0930	2,362	55,3
9	0,0780	1,981	49,4
10	0,0650	1,651	42,2
12	0,0550	1,397	43,9
14	0,0460	1,168	42
16	0,0390	0,991	38,9
20	0,0328	0,833	43
24	0,0276	0,701	43,8
28	0,0232	0,589	42,2
32	0,0195	0,495	38,8
35	0,0164	0,417	32,9
42	0,0133	0,351	33,6
48	0,0116	0,295	31,1
60	0,0097	0,246	33,7
65	0,0082	0,208	28,3
80	0,0069	0,175	30,5
100	0,0058	0,147	33,6
115	0,0049	0,124	31,7
150	0,0041	0,104	37,4
170	0,0035	0,089	35,2
200	0,0029	0,074	33,6
250	0,0024	0,061	36
270	0,0021	0,053	32,2
325	0,0017	0,043	30,1

SÉRIES AMERICANAS E ASTM

Nº	Desig. ASTM	Abertura nominal		Área de peneira
		µm	mm	
4	4760	0,1870	4,76	62,3
5	4000	0,1570	4,0	61
6	3360	0,1320	3,36	58,9
7	2830	0,1110	2,83	57
8	2330	0,0937	2,38	54,8
10	2000	0,0787	2,0	52,5
12	1680	0,0661	1,68	50,2
14	1410	0,0555	1,41	48,7
16	1190	0,0469	1,19	47,3
18	1000	0,0394	1,0	45,6
20	840	0,0331	0,84	44,5
25	710	0,0280	0,71	43,2
30	590	0,0232	0,590	41,1
35	500	0,0197	0,5	40,1
40	420	0,0165	0,42	39,4
45	350	0,0138	0,35	37,6
50	297	0,0117	0,297	37,5
60	250	0,0098	0,25	36,6
70	210	0,0083	0,210	36,2
80	177	0,0070	0,177	35,8
100	149	0,0059	0,149	35,5
120	125	0,0049	0,125	34,9
140	105	0,0041	0,105	—
170	88	0,0034	0,088	34
200	74	0,0029	0,074	33,6
230	62	0,0024	0,062	32,7
270	53	0,0021	0,053	32,2
325	44	0,0017	0,044	30,1

A.F.N.O.R. (Francesa)

Nº	Abertura nominal	
	pol	mm
38	0,1970	5,0
37	0,1570	4,0
36	0,1240	3,15
35	0,0984	2,5
34	0,0787	2,0
33	0,0630	1,6
32	0,0492	1,25
31	0,0393	1,0
30	0,0315	0,8
29	0,0248	0,63
28	0,0196	0,5
27	0,0157	0,4
26	0,0124	0,315
25	0,0098	0,25
24	0,0078	0,200
23	0,0063	0,160
22	0,0049	0,125
21	0,0039	0,1
20	0,0031	0,080
19	0,0024	0,063
18	0,0019	0,05
17	0,0015	0,040

ALEMÃO (DIN 1171)

Nº	Abertura nominal		Área de peneira
	pol	mm	
8,00	0,2360	6,0	49,8
5,00	0,1970	5,0	51
4,00	0,1570	4,0	51
3,00	0,1180	3,0	51
2,50	0,0984	2,5	51
2,00	0,0787	2,0	44,4
1,50	0,0590	1,5	36
1,20	0,0473	1,2	36
1,0	0,0393	1,0	36,7
0,75	0,0295	0,75	36
0,60	0,0236	0,6	36
0,500	0,0196	0,5	35,4
0,430	0,0169	0,43	36,7
0,400	0,0157	0,4	39,1
0,300	0,0118	0,3	36
0,250	0,0098	0,25	35,4
0,200	0,0078	0,2	36,7
0,150	0,0059	0,150	36
0,120	0,0047	0,120	36
0,100	0,004	0,100	36,7
0,090	0,0035	0,090	38,5
0,075	0,0030	0,075	36
0,06	0,0024	0,6	36

ABNT P-EB-22

Nº	Abertura nominal
	mm
nº 4	4,8
nº 5	4,0
nº 6	3,4
nº 7	2,8
nº 8	2,4
nº 10	2,0
nº 12	1,7
nº 14	1,4
nº 16	1,2
nº 18	1,0
nº 20	0,840
nº 25	0,700
nº 30	0,600
nº 35	0,500
nº 40	0,420
nº 45	0,350
nº 50	0,300
nº 60	0,250
nº 70	0,210
nº 80	0,175
nº 100	0,150
nº 120	0,125
nº 140	0,105
nº 170	0,088
nº 200	0,075
nº 230	0,063
nº 270	0,053
nº 325	0,044
nº 400	0,037



# BITOLAS DE FIOS, BARRAS, TUBOS E CHAPAS

Bitola	métrica ou decimal	USSG		MSG		BG		BWG, SIW		IWG, SWG		SWG, Roebbing AS & WC, NWG W & M		AWG, B & S		BGGSW	NAS & WCMWG		W & MSMWG	SSWG		TDS SWG	Escala de Paris	
		mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm	pol	mm	mm	pol	mm	mm	pol	mm	J & P	mm
8/0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,211	—	—	—	P 15	0,15
7/0	—	12,700	0,5000	—	—	16,932	0,6666	—	—	12,700	0,5000	12,45	0,4900	16,54	0,6513	—	—	—	0,221	—	—	—	P 14	0,16
6/0	—	11,913	0,4688	—	—	15,876	0,6250	—	—	11,786	0,4640	11,72	0,4615	14,73	0,5800	—	0,102	0,004	0,241	—	—	—	P 13	0,17
5/0	—	11,126	0,4375	—	—	14,943	0,5883	12,700	0,500	10,973	0,4320	10,93	0,4305	13,12	0,5165	—	0,127	0,005	0,254	—	—	—	P 12	0,18
4/0	—	10,313	0,4063	—	—	13,757	0,5416	11,532	0,454	10,160	0,4000	10,40	0,3938	11,68	0,4600	—	0,152	0,006	0,279	—	—	—	P 11	0,20
3/0	—	9,525	0,3750	—	—	12,700	0,5000	10,795	0,425	9,449	0,3720	9,21	0,3625	10,40	0,4096	—	0,178	0,007	0,305	—	—	—	P 10	0,22
00	—	8,738	0,3438	—	—	11,309	0,4452	9,652	0,380	8,840	0,3480	8,41	0,3310	9,266	0,3648	—	0,203	0,008	0,338	—	—	—	P 9	0,23
0	—	7,950	0,3125	—	—	10,069	0,3964	8,636	0,340	8,230	0,3240	7,79	0,3065	8,355	0,3249	—	0,229	0,009	0,366	—	—	—	P 8	0,25
1	0,1	7,138	0,2813	—	—	8,972	0,3532	7,620	0,300	7,620	0,3000	7,19	0,2830	7,348	0,2893	0,101	0,254	0,010	0,396	5,766	0,227	5,791	P 7	0,27
2	0,2	6,757	0,2656	—	—	7,994	0,3147	7,214	0,284	7,011	0,2760	6,87	0,2625	6,843	0,2576	0,127	0,279	0,011	0,422	5,563	0,219	5,614	P 6	0,28
3	0,3	6,350	0,2500	6,073	0,2391	7,122	0,2804	6,579	0,259	6,401	0,2520	6,19	0,2437	5,827	0,2294	0,203	0,305	0,012	0,452	5,385	0,212	5,410	P 5	0,30
4	0,4	5,944	0,2344	5,695	0,2242	6,350	0,2500	6,045	0,238	5,893	0,2320	5,72	0,2253	5,189	0,2043	0,254	0,330	0,013	0,477	5,528	0,207	5,309	P 4	0,34
5	0,5	5,563	0,2188	5,314	0,2092	5,652	0,2225	5,588	0,220	5,385	0,2120	5,26	0,2070	4,620	0,1819	0,330	0,356	0,014	0,513	5,182	0,204	5,220	P 3	0,37
6	0,6	5,156	0,2031	4,935	0,1943	5,032	0,1981	5,156	0,203	4,877	0,1920	4,88	0,1920	4,115	0,1620	0,330	0,406	0,016	0,546	5,106	0,201	5,182	P 2	0,42
7	0,7	4,496	0,1875	4,554	0,1793	4,481	0,1764	4,572	0,180	4,471	0,1760	4,50	0,1770	3,665	0,1443	0,381	0,457	0,018	0,584	5,055	0,199	5,106	P 1	0,46
8	0,8	4,369	0,1719	4,176	0,1644	3,988	0,1570	4,191	0,165	4,064	0,1600	4,12	0,1620	3,264	0,1285	0,406	0,508	0,020	0,617	5,004	0,197	5,055	P 0	0,50
9	0,9	3,963	0,1563	3,797	0,1495	3,551	0,1398	3,759	0,148	3,658	0,1440	3,77	0,1483	2,906	0,1144	0,482	0,559	0,022	0,650	4,928	0,194	4,879	1	0,60
10	1,0	3,582	0,1406	3,416	0,1345	3,175	0,1250	3,404	0,134	3,251	0,1280	3,43	0,1350	2,588	0,1019	0,610	0,610	0,024	0,686	4,852	0,191	4,915	2	0,70
11	1,1	3,175	0,1250	3,038	0,1196	2,827	0,1113	3,048	0,120	2,947	0,1180	3,06	0,1205	2,304	0,0907	0,736	0,660	0,026	0,721	4,775	0,188	4,852	3	0,80
12	1,2	2,769	0,1084	2,657	0,1046	2,517	0,0991	2,769	0,109	2,642	0,1040	2,68	0,1055	2,052	0,0808	0,863	0,737	0,029	0,752	4,689	0,185	4,801	4	0,90
13	1,3	2,388	0,0938	2,278	0,0897	2,240	0,0882	2,413	0,095	2,337	0,0920	2,32	0,0915	1,829	0,0720	0,914	0,787	0,031	0,797	4,623	0,182	4,699	5	1,00
14	1,4	1,981	0,0781	1,897	0,0747	1,994	0,0785	2,108	0,083	2,032	0,0800	2,03	0,0800	1,628	0,0641	1,04	0,838	0,033	0,828	4,572	0,180	4,623	6	1,10
15	1,5	1,778	0,0703	1,709	0,0673	1,776	0,0699	1,839	0,072	1,829	0,0720	1,83	0,0720	1,540	0,0571	1,14	0,889	0,035	0,876	4,521	0,178	4,572	7	1,20
16	1,6	1,588	0,0625	1,519	0,0598	1,588	0,0625	1,651	0,065	1,626	0,0640	1,59	0,0625	1,290	0,0508	1,30	0,940	0,037	0,914	4,445	0,175	4,496	8	1,30
17	1,7	1,430	0,0563	1,367	0,0538	1,412	0,0556	1,473	0,058	1,422	0,0560	1,37	0,0540	1,151	0,0453	1,45	0,991	0,039	0,958	4,369	0,172	4,394	9	1,40
18	1,8	1,270	0,0500	1,214	0,0478	1,257	0,0485	1,245	0,049	1,219	0,0480	1,21	0,0475	1,024	0,0403	1,55	1,041	0,041	1,00	4,287	0,168	4,305	10	1,50
19	1,9	1,113	0,0438	1,062	0,0418	1,118	0,0440	1,067	0,042	1,016	0,0400	1,04	0,0410	0,919	0,0359	1,62	1,09	0,043	1,05	4,186	0,164	4,217	11	1,60
20	2,0	0,953	0,0375	0,912	0,0359	0,996	0,0392	0,888	0,035	0,914	0,0360	0,884	0,0348	0,8128	0,0320	1,70	1,14	0,045	1,10	4,090	0,161	4,090	12	1,80
21	2,1	0,874	0,0344	0,836	0,0329	0,886	0,0349	0,8128	0,032	0,813	0,0320	0,805	0,0317	0,7239	0,0285	1,83	1,19	0,047	1,17	3,988	0,157	4,039	13	2,00
22	2,2	0,795	0,0313	0,759	0,0299	0,795	0,0312	0,7109	0,028	0,711	0,0280	0,726	0,0286	0,6426	0,0253	1,88	1,24	0,049	1,23	3,937	0,155	3,988	14	2,20
23	2,3	0,714	0,0281	0,683	0,0269	0,706	0,0278	0,6347	0,025	0,610	0,0240	0,655	0,0258	0,5740	0,0226	1,96	1,29	0,051	1,30	3,886	0,153	3,912	15	2,40
24	2,4	0,635	0,0250	0,607	0,0239	0,630	0,0247	0,5585	0,022	0,559	0,0220	0,584	0,0230	0,5105	0,0201	2,08	1,40	0,055	1,40	3,836	0,151	3,860	16	2,70
25	2,5	0,556	0,0219	0,531	0,0209	0,559	0,0220	0,5078	0,020	0,508	0,0200	0,518	0,0204	0,4547	0,0179	2,41	1,50	0,059	1,48	3,759	0,148	3,797	17	3,00
26	2,6	0,476	0,0188	0,455	0,0179	0,498	0,0196	0,4570	0,018	0,457	0,0180	0,460	0,0181	0,4039	0,0159	2,62	1,60	0,063	1,59	3,709	0,146	3,734	18	3,40
27	2,7	0,437	0,0172	0,417	0,0164	0,445	0,0174	0,4062	0,016	0,417	0,0164	0,439	0,0173	0,3607	0,0142	2,87	1,70	0,067	1,67	3,632	0,143	3,658	19	3,90
28	2,8	0,396	0,0156	0,378	0,0149	0,396	0,0156	0,3555	0,014	0,376	0,0148	0,412	0,0162	0,3200	0,0126	3,04	1,80	0,071	1,83	3,531	0,139	3,564	20	4,40
29	2,9	0,358	0,0141	0,343	0,0135	0,353	0,0139	0,3300	0,013	0,345	0,0136	0,381	0,0150	0,2870	0,0113	3,04	1,90	0,075	1,93	3,404	0,134	3,455	21	4,90
30	3,0	0,318	0,0125	0,305	0,0120	0,312	0,0123	0,3046	0,012	0,315	0,0124	0,356	0,0140	0,2540	0,0100	3,19	2,03	0,080	2,03	3,226	0,127	3,264	22	5,40
31	3,1	0,277	0,0109	—	—	0,279	0,0100	0,2539	0,010	0,295	0,0116	0,335	0,0132	0,2268	0,0089	3,38	2,16	0,085	—	3,048	0,120	3,048	23	5,90
32	3,2	0,257	0,0102	—	—	0,249	0,0098	0,2286	0,009	0,274	0,0108	0,325	0,0128	0,2019	0,0080	3,63	2,29	0,090	—	2,921	0,115	2,921	24	6,40
3																								

## SIGNIFICADO DAS ABREVIações DAS BITOLAS

**USSG** — U. S. Standard Gage: usada nos U. S. A. para chapas de aço.

**MSG** — U. S. Manufacturer's Standard Gage: usada nos U. S. A. para chapas de aço.

**BG** — Birmingham Gage: usada na Inglaterra para fitas e chapas de ferro e aço.

**BWG** — Birmingham Wire Gage: usada nos U. S. A. para fios de aço e ferro para linhas telefônicas e telegráficas, fitas de aço, chapas de cobre.

**SIW** — Stub's Iron Wire: usada para arame de ferro ou latão, tubos de latão sem costura, de aço sem costura e tubos de alumínio.

**IWG** — Imperial Wire Gage ou English Legal Standard: usada na Inglaterra para todos os fios e chapas de alumínio.

**SWG** — Standard Wire Gage: usada nos U. S. A. para fios telefônicos de cobre nú.

**SWG** — U. S. Steel Wire Gage: usada para arames de aço.

**NWG** — National Wire Gage: usada para arames de aço.

**AS & WC** — American Steel and Wire Company: usada nos U. S. A. para arames de aço.

**W & M** — Washburn and Moen: usada para arames de aço.

**AWG ou B & S** — American Wire Gage ou Brown and Sharpe: usado para fios, barras e chapas especialmente não ferrosos e tubos de latão e cobre soldados.

**BGGSW** — Birmingham Gage for Gold and Silver Wire

**NAS & WCMWG** — New American Steel and Wire Company's Music (or piano) Wire Gage: usada para cordas musicais.

**W & MSMWG** — Washburn and Moen Steel Music Wire Gage: usada para cordas musicais.

**SSWG** — Stub's Steel Wire Gage: usada para aço de ferramentas e arames.

**TD & SWG** — Twist Drill and Steel Wire Gage: usada para barras de aço para brocas.

**Escala de Paris (J. d. P.)** — usada para arames e especialmente para pregos.

# ARAMES E FIOS

## PESOS DOS ARAMES

Diâmetro	Aço doce 7,85 kg/dm <sup>3</sup>	Cobre 8,9 kg/dm <sup>3</sup>	Latão 8,5 kg/dm <sup>3</sup>	Diâmetro	Aço doce 7,85 kg/dm <sup>3</sup>	Cobre 8,9 kg/dm <sup>3</sup>	Latão 8,5 kg/dm <sup>3</sup>
mm	g/m	g/m	g/m	mm	g/m	g/m	g/m
0,1	0,062	0,070	0,067	1,7	17,82	20,20	19,29
0,12	0,089	0,101	0,096	1,8	19,98	22,65	21,63
0,15	0,139	0,157	0,150	1,9	22,3	25,2	24,1
0,18	0,199	0,226	0,216	2,0	24,7	28,0	26,7
0,2	0,247	0,280	0,267	2,1	27,2	30,8	29,4
0,22	0,298	0,338	0,323	2,2	29,8	33,8	32,3
0,23	0,326	0,370	0,353	2,3	32,6	37,0	35,3
0,24	0,355	0,402	0,384	2,4	35,5	40,2	38,4
0,25	0,385	0,437	0,417	2,5	38,5	43,7	41,7
0,26	0,417	0,472	0,452	2,6	41,7	47,2	45,2
0,27	0,449	0,509	0,487	2,7	44,9	50,9	48,7
0,28	0,483	0,548	0,523	2,8	48,3	54,8	52,3
0,3	0,555	0,629	0,601	2,9	51,8	58,8	56,1
0,31	0,592	0,671	0,641	3,0	55,5	62,9	60,1
0,32	0,631	0,716	0,684	3,1	59,2	67,1	64,1
0,34	0,713	0,808	0,772	3,2	63,1	71,6	68,4
0,35	0,755	0,856	0,818	3,4	71,3	80,8	77,2
0,37	0,844	0,957	0,914	3,5	75,5	85,6	81,8
0,38	0,890	1,01	0,964	3,8	89,0	101,0	96,4
0,40	0,986	1,12	1,07	4,0	98,6	111,8	106,8
0,45	1,25	1,42	1,35	4,2	108,8	123,3	117,8
0,50	1,54	1,75	1,67	4,5	124,7	141,5	135,1
0,55	1,86	2,11	2,02	4,6	130,5	147,8	141,3
0,6	2,22	2,52	2,40	4,8	142,0	161,1	153,8
0,65	2,60	2,95	2,82	5,0	154,1	174,8	166,9
0,7	3,02	3,42	3,27	5,5	186,5	211,4	202,0
0,75	3,47	3,93	3,76	6,0	222	252	240
0,8	3,95	4,47	4,27	6,5	260	295	282
0,85	4,45	5,06	4,82	7,0	302	342	327
0,9	4,99	5,66	5,41	7,5	347	393	376
0,95	5,56	6,31	6,02	7,6	356	404	386
1,0	6,17	6,99	6,68	8,0	395	447	427
1,1	7,46	8,46	8,08	8,2	415	470	449
1,2	8,88	10,07	9,61	8,8	477	541	517
1,3	10,42	11,81	11,28	9,0	499	566	541
1,4	12,08	13,70	13,08	9,4	545	618	590
1,5	13,87	15,72	15,01	10,0	617	699	668
1,6	15,78	17,90	17,09	—	—	—	—

## FIOS DE COBRE

BROWN & SHARP Nº dos cabos e fios	Área da secção  mm <sup>2</sup>	Diâmetro Cabos de 250 000 C.M. Fios até 23B  mm	Capacidade		Resistência a 25 °C  ohm/km	Peso			Comprimento		Dimensão dos tubos para Cabos e fios		Queda com carga de 1 ampere  volt/100m
			Isolado à borracha	Isolado W. P. 3 capas		Cobre nú		Fio Isolado W. P.	Cobre nú  m/kg	Isolamento W. P. 3 capas  m/kg	2 fios		
						1 fio	3 fios	3 capas			2 fios	3 fios	
250.000 C.M.	126,46	14,60	237	350	0,1417	1150	3450	1393	0,869	0,716	2 1/2"	2 1/2"	0,01417
0.000	107,20	11,68	200	325	0,1640	953,2	2860	1200	1,048	0,832	2"	2 1/2"	0,01640
000	85,03	10,40	160	275	0,2068	755,9	2268	977,5	1,32	1,021	2"	2"	0,02068
00	67,43	9,27	140	225	0,2607	599,5	1798	768,5	1,66	1,300	2"	2"	0,02607
0	53,48	8,25	100	200	0,3288	475,4	1426	626,1	2,10	1,595	1 1/2"	2"	0,03288
1	42,41	7,35	90	150	0,4145	376,9	1181	462,3	2,65	2,16	1 1/2"	1 1/2"	0,04145
2	33,63	6,54	80	125	0,5227	299,0	897	380,0	3,34	2,63	1 1/4"	1 1/2"	0,05227
3	26,67	5,83	70	100	0,6592	237,1	711	299,5	4,21	3,34	1 1/4"	1 1/4"	0,06592
4	21,15	5,19	60	90	0,8312	188,0	564	244,5	5,31	4,08	1 1/4"	1 1/4"	0,08312
5	16,77	4,62	50	80	1,048	149,1	447	188,0	6,70	5,31	1 1/4"	1 1/4"	0,1048
6	13,30	4,12	40	70	1,322	118,2	355	164,0	8,45	6,10	1"	1 1/4"	0,1322
7	10,55	3,66	38	54	1,667	93,78	271	118,2	10,63	8,46	1"	1 1/4"	0,1667
8	9,37	3,26	30	50	2,101	74,37	223	111,7	13,42	9,04	1"	1"	0,2101
9	6,63	2,91	28	38	2,650	58,93	177	99,6	16,95	10,03	1"	1"	0,2650
10	5,26	2,59	20	35	3,341	46,77	143	79,0	21,35	12,62	3/4"	3/4"	0,3341
11	4,17	2,30	18	32	4,213	37,09	113	62,7	26,90	15,92	3/4"	3/4"	0,4213
12	3,31	2,05	15	30	5,313	29,42	88,3	52,2	33,90	19,12	3/4"	3/4"	0,5313
13	2,62	1,83	13	22	6,700	23,33	70,0	41,4	42,85	24,10	3/4"	3/4"	0,6700
14	2,08	1,63	10	20	8,448	18,50	55,5	37,25	54,00	26,80	1/2"	1/2"	0,8448
15	1,65	1,45	8	15	10,650	14,67	44,01	29,68	68,10	33,60	1/2"	1 1/2"	1,065
16	1,31	1,29	6	10	13,43	11,63	34,89	28,30	85,95	35,30	1/2"	1/2"	1,343
17	1,04	1,15	5	6	16,94	9,23	27,69	24,65	108,1	40,50	1/2"	1/2"	1,694
18	0,823	1,024	3	6	21,36	7,32	21,96	22,83	136,2	43,70	1/2"	1/2"	2,136
19	0,653	0,912	—	—	26,93	5,80	17,40	—	172,0	—	—	—	2,693
20	0,518	0,812	—	—	33,96	4,60	13,80	—	217,0	—	—	—	3,396

# CHAPAS DE AÇO

Bitola nº	USSG					MSG		
	Espessura		lb./sq. ft.	oz./sq. ft.	kg/m²	Espessura pol	lb./sq. ft.	oz./sq. ft.
	pol	mm						
7-0	- 1/2	12,70	20,000	320	97,65	—	—	—
5-0	7/16	11,11	17,500	280	85,44	—	—	—
4-0	- 13/32	10,32	16,250	260	79,33	—	—	—
3-0	3/8	9,53	15,000	240	73,24	—	—	—
2-0	- 11/32	8,73	13,750	220	67,13	—	—	—
0	5/16	7,94	12,500	200	61,03	—	—	—
1	- 9/32	7,14	11,250	180	54,94	—	—	—
2	17/64	6,75	10,625	170	51,88	—	—	—
3	- 1/4	6,35	10,000	160	48,82	0,2391	10,0000	160
4	15/64	5,95	9,375	150	45,77	0,2242	9,3750	150
5	- 7/32	5,56	8,750	140	42,72	0,2092	8,7500	140
6	13/64	5,16	8,125	130	39,67	0,1943	8,1250	130
7	- 3/16	4,76	7,500	120	36,62	0,1793	7,5000	120
8	11/64	4,37	6,875	110	33,57	0,1644	6,8750	110
9	- 5/32	3,97	6,250	100	30,52	0,1495	6,2500	100
10	9/64	3,57	5,625	90	27,46	0,1345	5,6250	90
11	- 1/8	3,18	5,000	80	24,41	0,1196	5,0000	80
12	7/64	2,78	4,375	70	21,36	0,1046	4,3750	70
13	- 3/32	2,38	3,750	60	18,31	0,0897	3,7500	60
14	5/64	1,98	3,125	50	15,26	0,0747	3,1250	50
15	- 9/128	1,79	2,812	45	13,73	0,0673	2,8125	45
16	1/16	1,59	2,500	40	12,21	0,0598	2,5000	40
17	- 9/160	1,43	2,250	36	10,10	0,0538	2,2500	36
18	1/20	1,27	2,000	32	9,77	0,0478	2,0000	32
19	- 7/160	1,11	1,750	28	8,55	0,0418	1,7500	28
20	3/80	0,95	1,500	24	7,33	0,0359	1,5000	24
21	- 11/320	0,87	1,375	22	6,71	0,0329	1,3750	22
22	1/32	0,79	1,250	20	6,10	0,0299	1,2500	20
23	- 9/320	0,71	1,125	18	5,50	0,0269	1,1250	18
24	1/40	0,64	1,000	16	4,88	0,0239	1,0000	16
25	- 7/320	0,56	0,875	14	4,27	0,0209	0,87500	14
26	3/160	0,48	0,750	12	3,66	0,0179	0,75000	12
27	- 11/640	0,44	0,687	11	3,36	0,0164	0,68750	11
28	1/64	0,40	0,625	10	3,05	0,0149	0,62500	10
29	- 9/640	0,36	0,562	9	2,75	0,0135	0,56250	9
30	1/80	0,32	0,500	8	2,44	0,0120	0,50000	8
31	—	—	—	—	—	0,0105	0,43750	7
32	—	—	—	—	—	0,0097	0,40625	6,5
33	—	—	—	—	—	0,0090	0,37500	6
34	—	—	—	—	—	0,0082	0,34375	5,5
35	—	—	—	—	—	0,0075	0,31250	5
36	—	—	—	—	—	0,0067	0,28125	4,5
37	—	—	—	—	—	0,0064	0,26562	4,25
38	—	—	—	—	—	0,0060	0,25000	4

**USSG** — United States Standard Gage: é a feira normal dos Estados Unidos para chapas de ferro e aço. Foi estabelecida pelo Congresso em 1893 e é principalmente uma bitola de peso. As espessuras equivalentes foram derivadas do peso do ferro forjado. O peso por pé cúbico foi estabelecido em 480 libras, ou seja, o peso de uma chapa quadrada de 12" de lado por 1" de espessura, em 40 libras (7,85 kg/dm³). Os valores dos pesos para esta feira são mais exatos para aço forjado. Os valores foram escolhidos de maneira a dar oz./sq. ft. exatos.

SÉRIE DE ESPESSURAS NORMALIZADAS DE CHAPAS DE AÇO CARBONO DE ACORDO COM  
A ABNT: PB-34 e PB-35.

## CHAPAS FINAS

## CHAPAS GROSSAS

Espeçura	Peso	Espeçura	Peso	Espeçura	Peso	Espeçura	Peso
mm	kg/m²	mm	kg/m²	mm	kg/m²	mm	kg/m²
0,30	2,40	1,32	10,56	5,3	41,55	23,6	185,02
0,32	2,56	1,40	11,20	5,6	43,90	25,0	196,00
0,34	2,72	1,50	12,00	6,0	47,04	26,5	207,76
0,36	2,88	1,60	12,80	6,3	49,39	28,0	219,52
0,38	3,04	1,70	13,60	6,7	52,59	30,0	235,20
0,40	3,20	1,75	14,00	7,1	55,66	31,5	246,96
0,43	3,44	1,80	14,40	7,5	58,80	33,5	262,64
0,45	3,60	1,90	15,20	8,0	62,72	35,5	278,32
0,48	3,84	2,00	16,00	8,5	66,64	37,5	294,00
0,50	4,00	2,12	16,96	9,0	70,56	40,0	313,60
0,53	4,24	2,25	18,00	9,5	74,48	42,5	333,20
0,56	4,48	2,36	18,88	10,0	78,40	45,0	352,80
0,60	4,80	2,50	20,00	10,6	83,10	47,5	372,40
0,63	5,04	2,65	21,20	11,2	87,81	50,0	392,00
0,67	5,36	2,75	22,00	11,8	92,51	53,0	415,52
0,70	5,60	2,80	22,40	12,5	98,00	56,0	439,04
0,75	6,00	3,00	24,00	13,2	103,49	60,0	470,40
0,80	6,40	3,15	25,20	14,0	109,76	63,0	493,92
0,85	6,80	3,35	26,80	15,0	117,60	67,0	525,28
0,90	7,20	3,55	28,40	16,0	125,44	71,0	556,64
0,95	7,60	3,75	30,00	17,0	133,28	75,0	588,00
1,00	8,00	4,00	32,00	18,0	141,12	80,0	627,20
1,06	8,48	4,25	34,00	19,0	148,96	85,0	666,40
1,12	8,96	4,50	36,00	20,0	156,80	90,0	705,60
1,20	9,60	4,75	38,00	21,2	166,21	95,0	744,80
1,25	10,00	5,00	40,00	22,4	175,62	100,0	784,00

**MSG** — Manufactures' Standard Gage: o peso básico para o aço foi estabelecido como 41,82 lb./sq. ft. com espessura de 1" (8,042 kg/dm³). Porisso, as espessuras equivalentes para as chapas de aço foram reduzidas na relação 40/41,82 em relação às chapas de ferro forjado.

### CHAPAS GROSSAS (CSN)

Espessura mm	Peso kg/m <sup>2</sup>	Dimensões (mm)					
		Chapas universais			Chapas aparadas		
		Espe	Larg.	Comp.	Espe	Larg.	Comp.
6,3	49,39	Qualquer	1000	2000	Qualquer até 25,4	1000	2000
8,0	62,72		1000	3000		1000	3000
9,5	74,48		1220	2440		1170	2440
12,5	98,00		1220	3000		1170	3000
16,0	125,44		1220	3660		1170	3660
19,0	148,96		1220	4880		1170	4880
22,0	172,48		1220	6100		1170	6100
25,5	199,92		—	—		—	—
50,0	392,00		—	—		—	—

### CHAPAS FINAS À QUENTE

Espessura mm	Peso unifário kg/m <sup>2</sup>	Largura máxima (mm)		Largura mínima mm
		Universal	Aparada	
		mm	mm	
5,60	44,8	1220	1170	600 em todas as cases.
4,75	38,0	1220	1170	
4,50	36,0	1220	1170	
4,25	34,0	1220	1170	
3,75	30,0	1220	1170	
3,35	26,8	1220	1170	
3,00	24,0	1220	1170	
2,65	21,2	1120	1070	
2,25	18,0	1120	1070	
2,00	16,0	1120	1070	
1,90	15,2	1120	1070	

### CHAPAS FINAS À FRIO

Espessura mm	Peso unifário kg/m <sup>2</sup>	Largura máx. Simples redução		Largura máx. Dupla redução		Largura mínima mm
		Universais	Aparadas	Universais	Aparadas	
		mm	mm	mm	mm	
1,50	12,00	1220	1170	—	—	600 em todas as cases.
1,25	10,00	1220	1170	—	—	
1,06	8,48	1220	1170	—	—	
0,90	7,20	1220	1170	—	—	
0,75	6,00	—	1100	1220	1170	
0,60	4,80	—	1070	—	—	
0,45	3,60	—	1070	—	—	
0,38	3,04	—	810	—	915	
0,30	2,40	—	810	—	915	

### FOLHAS-DE-FLANDRES

Tipo inversão kg/dam <sup>2</sup>	Tipo eletrolítico kg/dam <sup>2</sup>	Peso padrão		Espessura mm	Peso kg/m <sup>2</sup>
		mm	mm		
		kg/dam <sup>2</sup>	kg/dam <sup>2</sup>		
176	176	0,22	1,76	—	—
192	192	0,24	1,92	—	—
200	200	0,25	2,00	—	—
216	216	0,27	2,16	—	—
224	224	0,28	2,24	—	—
240	240	0,30	2,40	—	—
256	256	0,32	2,56	—	—
304	304	0,38	3,04	—	—
352	—	0,44	3,52	—	—
400	—	0,50	4,00	—	—
448	—	0,56	4,48	—	—

### CHAPAS ZINCADAS

Espes. padrão mm	Peso kg/m <sup>2</sup>	Larg. máx. Simples redução mm	Larg. máx. Dupla redução mm	Largura máxima mm
3,40	26,90	1,220	—	600 em todas as cases.
2,70	21,60	1,220	—	
2,29	18,20	1,220	—	
1,95	15,60	1,220	—	
1,55	12,40	1,220	—	
1,30	10,40	1,220	—	
1,11	8,88	1,220	—	
0,95	7,60	1,220	—	
0,80	6,40	1,100	1,220	
0,65	5,20	1,070	—	
0,50	4,00	1,070	—	
0,43	3,44	810	915	
0,35	2,80	810	915	

### PESOS DAS CHAPAS DE METAIS NÃO FERROSOS.

Bitola	FIEIRA ARMC				Zinco	
	Espessura mm	Latão kg/m <sup>2</sup>	Cobre kg/m <sup>2</sup>	Alumínio kg/m <sup>2</sup>	Espessura mm	Peso kg/m <sup>2</sup>
1	7,62	63,50	68,20	22,00	0,10	0,72
2	7,21	60,55	64,55	17,65	0,14	1,01
3	6,37	55,15	58,80	15,75	0,17	1,22
4	6,04	50,75	54,06	14,00	0,21	1,49
5	5,64	46,50	50,10	12,50	0,25	1,76
6	5,16	43,35	46,15	11,05	0,29	2,07
7	4,58	38,45	40,35	9,90	0,34	2,40
8	4,20	35,25	37,60	8,80	0,38	2,71
9	3,76	31,55	34,00	8,00	0,45	3,21
10	3,40	28,55	30,40	7,00	0,50	3,56
11	3,04	25,50	27,20	6,20	0,58	4,14
12	2,76	23,30	24,75	5,55	0,66	4,72
13	2,41	20,36	21,55	4,40	0,74	5,30
14	2,10	17,50	18,80	4,15	0,82	5,87
15	1,82	15,25	16,30	3,90	0,95	6,81
16	1,65	13,60	14,75	3,50	1,08	7,74
17	1,45	12,15	12,95	3,10	1,21	8,68
18	1,24	10,40	11,10	2,75	1,34	9,55
19	1,06	8,90	9,45	2,45	1,47	10,48
20	0,90	7,55	8,55	2,20	1,61	11,48
21	0,81	6,75	7,25	1,90	1,77	12,69
22	0,71	5,95	6,35	1,65	1,95	13,95
23	0,64	5,35	5,70	1,55	2,14	15,31
24	0,55	4,60	4,90	1,35	2,32	16,62
25	0,50	4,20	4,45	1,20	2,49	17,80
26	0,45	3,75	4,00	1,10	2,67	19,11
27	0,40	3,35	3,60	0,95	—	—
28	0,35	2,95	3,10	0,80	—	—
29	—	—	—	—	—	—
30	0,30	2,50	2,70	—	—	—

### PESOS DAS CHAPAS METÁLICAS

Espessura mm	Cobre kg/m <sup>2</sup>	Latão kg/m <sup>2</sup>	Bronze kg/m <sup>2</sup>	Zinco kg/m <sup>2</sup>	Chumbo kg/m <sup>2</sup>
1	8,9	8,5	8,6	7,2	11,37
2	17,8	17,0	17,2	14,4	22,74
3	26,7	25,5	25,8	21,6	34,11
4	35,6	34,0	34,4	28,8	45,48
5	44,5	42,5	43,0	36,0	56,85
6	53,4	51,0	51,6	43,2	68,22
7	62,3	59,5	60,2	50,4	79,59
8	71,2	68,0	68,8	57,6	90,96
9	80,1	76,5	77,4	64,8	102,33
10	89,0	85,0	86,0	72,0	113,70
11	97,9	93,5	94,6	79,2	125,07
12	106,8	102,0	103,2	86,4	136,44
13	115,7	110,5	111,8	93,6	147,81
14	124,6	118,5	120,4	100,8	159,18
15	133,5	127,5	129,0	108,0	170,55
16	142,4	136	137,6	115,2	181,92
17	151,3	144,5	146,2	122,4	193,29
18	160,2	153	154,8	129,6	204,66
19	169,1	161,5	163,4	136,8	216,03
20	178,0	170,0	172,0	144,0	227,40
21	186,9	178,5	180,6	151,2	238,77
22	195,8	187,0	189,2	158,4	250,14
23	204,7	195,5	197,8	165,6	261,51
24	213,6	204,0	204,4	172,8	272,88
25	222,5	212,5	215,0	180,0	284,25
26	231,4	221,0	223,6	187,2	295,62
27	240,3	229,5	232,2	194,4	306,99
28	249,2	238,0	240,8	201,6	318,36
29	258,1	246,5	249,4	208,8	329,73
30	267,0	255,0	258,0	216,0	341,10

### PESOS DAS CHAPAS DE LATÃO, COBRE e ALUMÍNIO

Espessura mm	Latão DIN 1751 kg/m <sup>2</sup>	Cobre DIN 1752 kg/m <sup>2</sup>	Alumínio DIN 1753 kg/m <sup>2</sup>
0,1	0,85	0,89	—
0,15	1,27	1,33	—
0,2	1,70	1,78	0,55
0,25	2,12	2,22	0,68
0,3	2,55	2,67	0,82
0,35	2,97	3,11	0,96
0,4	3,40	3,56	1,09
0,45	3,82	4,00	1,23
0,5	4,25	4,45	1,37
0,55	4,68	4,90	—
0,6	5,10	5,34	1,64
0,65	5,53	5,79	—
0,7	5,95	6,23	1,91
0,75	6,38	6,68	—
0,8	6,80	7,12	2,18
0,85	7,23	7,57	—
0,9	7,65	8,01	2,46
1	8,50	8,90	2,73
1,1	9,85	9,79	3,00
1,2	10,20	10,68	3,28
1,3	11,10	11,60	3,55
1,4	11,90	12,50	3,82
1,5	12,75	13,35	4,09
1,6	13,60	14,20	4,37
1,7	14,50	15,10	(4,64)
1,8	15,30	16,02	4,91
1,9	16,20	16,90	(5,19)
2	17,00	17,80	5,46
2,2	18,70	19,60	6,01
2,5	21,25	22,30	6,83

# BARRAS DE AÇO REDONDAS





J = momento de inércia

W = módulo de flexão

$\rho$  = raio de inércia

DIÂMETRO		SECCÃO	PÊSO	J	W	$\rho$	DIÂMETRO		SECCÃO	PÊSO	J	W	$\rho$	DIÂMETRO		SECCÃO	PÊSO	J	W	$\rho$
pol.	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	pol.	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	pol.	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
3/32	2,38	0,04	0,03	0,00016	0,00134	0,06		45	15,90	12,48	20,13	8,946	1,12	4 1/4	108	91,50	71,78	667,8	123,7	2,70
1/8	3,17	0,08	0,06	0,00055	0,00348	0,08		46	16,62	13,05	21,98	9,556	1,15		110	95,03	74,60	718,7	130,7	2,75
3/16	4,76	0,18	0,14	0,00250	0,01050	0,12		47	17,35	14,60	23,95	10,19	1,17	4 3/8	111,1	97,00	76,06	748,0	134,7	2,78
	5	0,20	0,15	0,00307	0,01227	0,12		48	18,10	14,21	26,06	10,86	1,20	4 1/2	114,3	102,60	80,47	838,1	146,6	2,86
	6	0,28	0,22	0,00636	0,02121	0,15		50	19,64	15,41	30,68	12,27	1,25		115	103,87	81,54	838,5	149,3	2,88
1/4	6,35	0,32	0,25	0,0080	0,0251	0,16	2	50,80	20,30	15,90	32,70	12,87	1,27	4 5/8	117,5	108,40	85,01	935,9	159,3	2,94
	7	0,38	0,30	0,0118	0,0337	0,17		52	21,24	16,67	35,89	13,80	1,30		120	113,10	88,78	1018	169,6	3,00
5/16	7,94	0,49	0,39	0,0195	0,0491	0,20	2 1/8	53,98	22,83	17,95	41,69	15,45	1,35	4 3/4	120,7	114,30	89,66	1042	172,7	3,02
	8	0,50	0,39	0,0201	0,0503	0,20		55	23,76	18,70	44,92	16,33	1,37	4 7/8	123,8	120,50	94,44	1153	186,3	3,10
	9	0,64	0,50	0,0322	0,0716	0,22	2 1/4	57,15	25,60	20,12	52,38	18,33	1,43		125	122,72	96,33	1198	191,7	3,12
3/8	9,52	0,71	0,56	0,0404	0,0849	0,24		58	26,42	20,74	55,55	19,15	1,45	5	127	126,68	99,35	1277	201,1	3,18
	10	0,79	0,62	0,0491	0,0982	0,25		60	28,27	22,20	63,62	21,21	1,50		130	132,73	104,20	1402	215,7	3,25
7/16	11,11	0,97	0,76	0,0748	0,1347	0,28	2 3/8	60,32	28,60	22,42	65,00	21,55	1,51	5 1/8	130,2	133,20	104,38	1411	216,7	3,26
	12	1,13	0,89	0,1018	0,1696	0,30		62	30,19	23,70	72,53	23,40	1,55	5 1/4	133,4	139,70	109,53	1555	233,1	3,34
1/2	12,70	1,26	0,99	0,1277	0,2011	0,32	2 1/2	63,50	31,60	24,84	79,83	25,14	1,59		135	143,14	112,36	1630	241,5	3,38
	14	1,54	1,21	0,1886	0,2694	0,35		65	33,18	26,10	87,62	26,96	1,62	5 3/8	136,5	146,40	114,81	1705	249,7	3,41
	15	1,77	1,39	0,2485	0,3313	0,37	2 5/8	66,68	34,90	27,38	97,07	29,11	1,67	5 1/2	139,7	153,30	120,21	1870	267,7	3,49
5/8	15,87	1,98	1,55	0,3122	0,3932	0,39		68	36,32	28,51	104,9	30,87	1,70		140	153,94	120,84	1886	269,4	3,50
	16	2,01	1,58	0,3217	0,4021	0,40	2 3/4	69,85	38,30	30,05	116,9	33,47	1,75	5 5/8	142,9	160,30	125,74	2047	286,5	3,57
	18	2,54	2,00	0,5153	0,5726	0,45		70	38,48	30,21	117,9	33,67	1,75		145	165,13	129,63	2170	299,3	3,62
3/4	19,05	2,84	2,24	0,6466	0,6789	0,48		72	40,72	31,96	131,9	36,64	1,80	5 3/4	146,1	167,60	131,39	2237	306,2	3,65
	20	3,14	2,46	0,7854	0,7854	0,50	2 7/8	73,03	41,80	32,85	139,7	38,25	1,83		150	176,72	138,72	2485	331,3	3,75
	22	3,80	2,98	1,150	1,045	0,55		75	44,18	34,70	155,3	41,42	1,88	6	152,4	182,60	143,06	2649	347,6	3,81
7/8	22,22	3,87	3,04	1,197	1,077	0,55	3	76,20	45,60	35,77	165,5	43,45	1,90		155	189,69	148,12	2834	365,7	3,87
	25	4,91	3,85	1,917	1,534	0,62		78	47,78	37,51	181,7	46,59	1,95	6 1/4	158,8	198,0	155,23	3122	393,2	3,97
1	25,40	5,07	3,97	2,044	1,609	0,63	3 1/8	79,4	49,50	38,81	195,1	49,16	1,99		160	201,06	157,83	3217	402,1	4,00
	26	5,31	4,17	2,243	1,726	0,65		80	50,27	39,46	201,1	50,27	2,00		165	213,83	167,85	3639	441,1	4,12
	27	5,73	4,49	2,609	1,932	0,67		82	52,81	41,46	221,9	54,13	2,05	6 1/2	165,1	214,0	167,90	3648	441,9	4,12
1 1/8	28	6,16	4,83	3,017	2,155	0,70	3 1/4	82,55	53,50	41,98	228,0	55,24	2,06		170	226,98	178,18	4100	482,3	4,25
	28,57	6,41	5,03	3,271	2,290	0,71		85	56,74	43,60	256,2	60,29	2,12	6 3/4	171,5	230,8	181,08	4247	495,3	4,28
	30	7,07	5,55	3,976	2,651	0,75	3 3/8	85,7	57,70	45,27	264,8	61,81	2,14		175	240,5	188,81	4605	526,3	4,37
1 1/4	31,75	7,93	6,21	4,989	3,143	0,79		88	60,82	47,74	294,4	66,90	2,20	7	177,8	248,5	194,73	4907	551,9	4,44
	32	8,04	6,31	5,147	3,217	0,80	3 1/2	88,90	62,00	48,68	306,7	68,99	2,22		180	254,4	199,76	5153	572,6	4,60
	33	8,55	6,71	5,821	3,528	0,82		90	63,62	49,94	322,1	71,57	2,25		185	268,8	211,01	5751	621,8	4,62
1 3/8	34,92	9,60	7,51	7,301	4,181	0,87		92	66,48	52,18	351,6	76,45	2,30		190	283,5	222,57	6397	673,4	4,75
	35	9,62	7,55	7,366	4,209	0,87	3 5/8	92,1	66,50	52,22	353,3	76,72	2,30		195	298,6	234,44	7099	728,1	4,87
	36	10,18	7,99	8,245	4,580	0,90		95	70,88	55,70	399,8	84,17	2,38		200	314,2	246,61	7854	785,4	5,00
	37	10,75	8,44	9,200	4,973	0,92	3 3/4	95,25	71,30	55,88	404,1	84,86	2,38		210	346,4	271,89	9547	909,2	5,25
	38	11,34	8,90	10,23	5,387	0,95		98	75,43	59,21	452,8	92,40	2,45		220	380,1	298,40	11499	1045	5,50
1 1/2	38,10	11,41	8,94	10,35	5,431	0,95	3 7/8	98,4	76,10	59,67	460,3	93,56	2,46		230	415,5	326,15	13737	1194	5,75
	40	12,57	9,86	12,57	6,283	1,00		100	78,54	61,65	490,9	98,17	2,50		240	452,4	355,13	16286	1357	6,00
	42	13,85	10,88	15,27	7,274	1,05	4	101,6	81,00	63,58	523,2	103,0	2,54		250	490,9	385,34	19175	1534	6,25
	44	15,21	11,94	18,40	8,363	1,10	4 1/8	104,8	86,20	67,62	592,3	113,0	2,62		260	530,9	416,78	22436	1726	6,50
	44,45	15,50	12,17	19,17	8,624	1,11		105	86,59	67,97	596,7	113,6	2,62		270	572,4	449,46	26087	1932	6,75

# PESOS DAS BARRAS DE AÇO

Dimensão a					
pol	mm	kg/m	kg/m	kg/m	kg/m
1/8	3,18	0,08	0,07	0,07	0,06
1/4	6,35	0,32	0,27	0,26	0,25
3/8	9,53	0,71	0,61	0,59	0,56
1/2	12,70	1,27	1,10	1,05	0,99
5/8	15,88	1,98	1,71	1,64	1,55
3/4	19,05	2,85	2,46	2,36	2,24
7/8	22,23	3,87	3,35	3,21	3,04
1	25,4	5,06	4,38	4,19	3,97
1-1/8	28,58	6,40	5,55	5,30	5,03
1-1/4	31,75	7,91	6,85	6,55	6,21
1-3/8	34,93	9,57	8,29	7,92	7,51
1-1/2	38,10	11,38	9,87	9,44	8,94
1-5/8	41,28	13,36	11,58	11,07	10,49
1-3/4	44,46	15,50	13,42	12,84	12,17
1-7/8	47,63	17,79	15,48	14,73	13,97
2	50,8	20,24	17,56	16,82	15,89
2-1/8	53,98	22,85	19,79	18,90	17,94
2-1/4	57,15	25,62	22,17	21,28	20,12
3-3/8	60,33	28,54	24,70	23,66	22,42
2-1/2	63,5	31,62	27,38	26,19	24,84
2-5/8	66,68	34,87	30,21	28,87	27,38
2-3/4	69,86	38,27	33,19	31,70	30,05
2-7/8	73,03	41,82	36,16	34,68	32,85
3	76,2	45,54	39,44	37,80	35,77
3-1/8	79,38	49,41	42,86	40,93	38,81
3-1/4	82,55	53,45	46,28	44,35	41,98
3-3/8	85,73	57,64	49,85	47,77	45,27
3-1/2	88,9	61,98	53,72	51,34	48,68
3-5/8	92,08	66,49	57,59	55,06	52,22
3-3/4	95,25	71,16	61,61	58,93	55,88
3-7/8	98,43	75,98	65,78	62,95	59,67
4	101,60	80,96	70,24	67,12	63,58
4-1/8	104,78	86,10	74,71	71,28	67,62
4-1/4	107,95	91,39	79,17	75,75	71,78
4-3/8	111,13	96,85	83,93	80,21	76,06
4-1/2	114,30	102,46	88,70	84,83	80,47
4-5/8	117,48	108,23	93,76	89,59	85,00
4-3/4	120,65	114,16	98,97	94,65	89,66
4-7/8	123,83	120,25	104,17	99,71	94,45
5	127,00	126,50	109,68	104,77	99,35
5-1/8	130,18	132,90	115,19	110,13	104,38
5-1/4	133,35	139,46	120,69	115,48	109,53
5-3/8	136,53	146,18	126,65	121,14	114,81
5-1/2	139,70	153,06	132,45	126,80	120,21
5-5/8	142,88	160,10	138,70	132,75	125,74
5-3/4	146,05	167,29	144,95	138,55	131,39
5-7/8	149,23	174,64	151,80	144,65	137,17
6	152,40	182,16	157,75	150,31	143,07
6-1/8	155,58	189,82	165,19	157,75	149,09
6-1/4	158,75	197,65	171,14	163,70	155,23
6-3/8	161,93	205,64	178,58	171,14	161,50
6-1/2	165,10	213,78	184,54	177,09	167,90
6-5/8	168,28	222,08	191,98	184,54	174,42
6-3/4	171,45	230,54	199,42	190,49	181,07
6-7/8	174,63	239,15	206,86	197,93	187,84
7	177,80	247,93	214,30	205,37	194,73

## BARRAS CHATAS

	pol	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	3/4	7/8	1
pol	mm	3,18	4,76	6,35	7,94	9,53	11,11	12,70	14,29	15,88	19,05	22,23	25,40
3/8	9,52	0,24	0,34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1/2	12,70	0,32	0,47	0,63	0,79	0,95	1,11	1,27	1,43	—	—	—	—
5/8	15,88	0,40	0,59	0,79	0,99	1,19	1,38	1,58	1,78	1,98	—	—	—
3/4	19,05	0,47	0,71	0,95	1,19	1,42	1,66	1,90	2,13	2,37	—	—	—
7/8	22,23	0,55	0,83	1,11	1,39	1,66	1,94	2,21	2,49	2,77	—	—	—
1	25,40	0,63	0,95	1,27	1,58	1,90	2,22	2,53	2,85	3,16	3,79	4,43	—
1-1/8	28,57	0,71	1,07	1,43	1,78	2,14	2,49	2,85	3,21	3,56	4,27	4,98	5,69
1-1/4	31,75	0,79	1,19	1,58	1,98	2,37	2,76	3,16	3,55	3,95	4,74	5,53	6,32
1-3/8	34,93	0,87	1,31	1,74	2,18	2,61	3,04	3,48	3,91	4,35	5,22	6,09	6,96
1-1/2	38,10	0,95	1,43	1,90	2,37	2,85	3,32	3,79	4,27	4,74	5,69	6,64	7,59
1-5/8	41,28	1,03	1,55	2,06	2,57	3,09	3,60	4,11	4,63	5,14	6,17	7,20	8,22
1-3/4	44,45	1,11	1,66	2,21	2,77	3,32	3,88	4,43	4,99	5,54	6,64	7,75	8,86
1-7/8	47,63	1,19	1,78	2,37	2,97	3,56	4,15	4,75	5,34	5,94	7,12	8,30	9,49
2	50,80	1,27	1,90	2,53	3,17	3,80	4,43	5,06	5,69	6,33	7,59	8,86	10,12
2-1/8	53,98	1,35	2,02	2,69	3,36	4,04	4,71	5,38	6,05	6,72	8,07	9,41	10,75
2-1/4	57,15	1,42	2,13	2,85	3,57	4,27	4,98	5,69	6,41	7,12	8,54	9,96	11,39
2-3/8	60,33	1,50	2,25	3,00	3,76	4,50	5,26	6,01	6,76	7,52	9,01	10,52	12,02
2-1/2	63,50	1,58	2,37	3,16	3,95	4,74	5,53	6,33	7,12	7,91	9,49	11,07	12,65
2-5/8	66,68	1,66	2,49	3,32	4,15	4,98	5,81	6,65	7,48	8,31	9,96	11,62	13,29
2-3/4	69,85	1,74	2,61	3,48	4,35	5,22	6,09	6,96	7,83	8,70	10,44	12,18	13,92
2-7/8	73,03	1,82	2,73	3,64	4,55	5,46	6,37	7,28	8,19	9,10	10,92	12,73	14,55
3	76,20	1,90	2,85	3,80	4,75	5,70	6,65	7,60	8,54	9,49	11,39	13,28	15,18
3-1/4	82,55	2,05	3,08	4,11	5,14	6,17	7,19	8,22	9,25	10,28	12,33	14,39	16,44
3-1/2	88,90	2,21	3,32	4,42	5,53	6,64	7,75	8,86	9,96	11,07	13,28	15,50	17,71
3-3/4	95,25	2,37	3,56	4,74	5,93	7,12	8,30	9,49	10,67	11,86	14,23	16,60	18,97
4	101,60	2,54	3,80	5,06	6,33	7,59	8,85	10,12	11,39	12,65	15,18	17,71	20,24
4-1/4	107,95	2,70	4,04	5,38	6,72	8,06	9,40	10,75	12,10	13,44	16,13	18,82	21,50
4-1/2	114,30	2,85	4,27	5,69	7,11	8,54	9,96	11,39	12,81	14,23	17,08	19,92	22,77
4-3/4	120,65	3,01	4,51	6,01	7,51	9,01	10,51	12,02	13,52	15,02	18,03	21,03	24,04
5	127,00	3,17	4,75	6,33	7,91	9,49	11,07	12,65	14,23	15,81	18,98	22,14	25,30
5-1/4	133,36	3,33	4,99	6,65	8,30	9,97	11,63	13,29	14,94	16,60	19,93	23,25	26,57
5-1/2	139,71	3,48	5,22	6,96	8,69	10,44	12,18	13,92	15,65	17,39	20,87	24,35	27,83
5-3/4	146,06	3,64	5,45	7,28	9,09	10,91	12,73	14,55	16,36	18,18	21,82	25,46	29,10
6	152,41	3,79	5,69	7,59	9,49	11,39	13,28	15,18	17,07	18,97	22,77	26,56	30,36
7	177,81	4,43	6,64	8,86	11,07	13,28	15,50	17,71	19,92	22,14	26,56	30,99	35,42
8	203,21	5,06	7,59	10,12	12,65	15,18	17,71	20,24	22,77	25,30	30,36	35,42	40,48
9	228,61	5,69	8,54	11,38	14,23	17,08	19,92	22,77	25,62	28,46	34,15	39,85	45,54

# TARUGOS E BUCHAS DE BRONZE

## TARUGOS

Diâmetro	pol	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 5/8	1 3/4	1 7/8	2	2 1/8	2 1/4	2 3/8
Peso	kg/m	1,410	2,110	2,930	3,920	4,710	6,280	7,680	8,700	10,860	12,700	14,630	16,720	19,000	21,250	23,950	26,500
Diâmetro	pol	2 1/2	2 5/8	2 3/4	2 7/8	3	3 1/4	3 1/2	3 3/4	4	4 1/4	4 1/2	4 3/4	5	5 1/2	6	—
Peso	kg/m	29,200	32,300	35,300	38,500	41,850	48,800	56,700	64,850	73,400	82,900	92,400	103,000	114,200	138,500	163,900	—

## BUCHAS (PESOS EM kg/m E DIÂMETROS EM Pol)

diâm. int. diâm. externo	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 5/8	1 3/4	1 7/8	2	2 1/8	2 1/4	2 3/8	2 1/2	2 3/4	3	3 1/4	3 1/2	3 3/4	4	4 1/2	5
1	3,855																								
1 1/8	5,425	4,870																							
1 1/4	6,825	6,270	5,570																						
1 3/8	7,845	7,290	6,590	5,770																					
1 1/2	10,005	9,450	8,750	7,930	6,940																				
1 5/8	11,845	11,290	10,590	9,770	8,780	7,990																			
1 3/4	13,775	13,240	12,520	11,700	10,710	9,920	8,350																		
1 7/8	15,865	15,310	14,610	13,790	12,800	12,010	10,440	9,040																	
2	18,145	17,590	16,890	16,070	15,080	14,290	12,720	11,320	9,750																
2 1/8	20,395	19,840	19,140	18,320	17,330	16,540	14,970	13,570	12,000	10,390															
2 1/4	23,095	22,540	21,840	21,020	20,030	19,240	17,670	16,270	14,700	13,090	11,250														
2 3/8	25,645	25,090	24,390	23,570	22,580	21,790	20,220	18,820	17,250	15,640	13,800	11,850													
2 1/2	28,345	27,790	27,090	26,270	25,280	24,490	22,920	21,520	19,950	18,340	16,500	14,550	12,480												
2 5/8		30,890	30,190	29,370	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13,300											
2 3/4			33,190	32,370	31,380	30,590	29,020	27,620	26,050	24,440	22,600	20,650	18,580	16,300	14,000										
2 7/8				35,570	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	14,600									
3					37,930	37,140	35,570	34,170	32,600	30,990	29,150	27,200	25,130	22,850	20,550	17,950	15,350								
3 1/4					44,880	44,090	42,520	41,120	39,950	37,940	36,100	34,150	32,080	29,800	27,500	24,900	22,300	16,500							
3 1/2					52,780	51,990	50,420	49,020	47,450	45,840	44,000	42,050	39,980	37,700	35,400	32,800	30,200	24,400	18,200						
3 3/4					60,930	60,140	58,570	57,170	55,600	53,990	52,150	50,200	48,130	45,850	43,550	40,950	38,350	32,500	26,300	19,500					
4					69,480	68,690	67,120	65,720	64,150	62,540	60,700	58,750	56,680	54,400	52,100	49,500	46,900	41,100	34,900	28,100	20,800				
4 1/4							76,620	75,220	73,650	72,040	70,200	68,250	66,180	63,900	61,600	59,000	56,400	50,600	44,400	37,600	30,300	22,300			
4 1/2									83,150	81,540	79,700	77,750	75,680	73,400	71,100	68,500	65,900	60,100	53,900	47,100	39,800	31,800	23,200		
4 3/4											90,300	88,350	86,280	84,000	81,700	79,100	76,500	70,700	64,500	57,700	50,400	42,400	33,800		
5													97,480	95,200	92,200	90,300	87,700	81,900	75,700	68,900	61,600	53,600	45,000	26,400	
5 1/2															117,200	114,600	112,000	106,200	100,000	93,200	85,900	77,900	69,300	50,700	29,500
6																	137,400	131,600	125,400	118,600	111,300	103,300	94,700	76,100	54,900



# BARRAS DE LATÃO

## PESOS DE BARRAS DE LATÃO

Dimensão D					Dimensão D					Dimensão D					Dimensão D				
mm	pol	kg/m	kg/m	kg/m	mm	pol	kg/m	kg/m	kg/m	mm	pol	kg/m	kg/m	kg/m	mm	pol	kg/m	kg/m	kg/m
0,50		0,0017	0,0018	0,0021	7,144	9/32	0,3403	0,3754	0,4333	15,00		1,5021	1,8568	1,9125	33,34	1 5/16	7,4206	8,1912	9,4482
0,794	1/32	0,0042	0,0046	0,0053	7,50		0,3755	0,4142	0,4781	15,875	5/8	1,6814	1,8546	2,1408	34,92	1 3/8	8,1406	8,9791	10,3650
1,00		0,0067	0,0074	0,0085	7,937	5/16	0,4169	0,4599	0,5345	16,00		1,7090	1,8851	2,1760	36,51	1 7/16	8,9988	9,8154	11,3303
1,50		0,0150	0,0166	0,0191	8,00		0,4273	0,4713	0,5440	17,00		1,9293	2,1281	2,4585	38,10	1 1/2	9,6908	10,6890	12,3387
1,588	1/16	0,0167	0,0184	0,0212	8,50		0,4823	0,5320	0,6141	17,462	11/16	2,0348	2,2443	2,5907	39,69	1 9/16	10,5165	11,5997	13,3900
2,00		0,0267	0,0295	0,0340	8,731	11/32	0,5088	0,5613	0,6478	18,00		2,1630	2,3858	2,7540	41,27	1 5/8	11,3705	12,5416	14,4773
2,381	3/32	0,0378	0,0417	0,0481	9,00		0,5407	0,5964	0,6885	19,00		2,4100	2,6582	3,0685	42,86	1 11/16	12,2635	13,5266	15,6143
2,50		0,0417	0,0460	0,0531	9,50		0,6025	0,6646	0,7671	19,050	3/4	2,4227	2,6722	3,0847	44,45	1 3/4	13,1903	14,5489	16,7043
3,00		0,0511	0,0563	0,0650	9,525	3/8	0,6076	0,6701	0,7703	20,00		2,6704	2,9454	3,4000	46,04	1 13/16	14,1508	15,6083	18,0173
3,175	1/8	0,0671	0,0740	0,0854	10,00		0,6676	0,7363	0,8500	20,637	13/16	2,8440	3,1369	3,6211	47,62	1 7/8	15,1387	16,6980	19,2751
3,50		0,0818	0,0902	0,1041	10,319	13/32	0,7110	0,7842	0,9053	21,00		2,9441	3,2473	3,7485	49,21	1 15/16	16,1665	17,8317	20,5838
3,989	5/32	0,1052	0,1161	0,1340	10,50		0,7360	0,8118	0,9371	22,00		3,2311	3,5639	4,1140	50,80	2	17,2281	19,0026	21,9354
4,00		0,1068	0,1178	0,1360	11,00		0,8078	0,8910	1,0285	22,225	7/8	3,2961	3,6356	4,1967	53,97	2 1/8	19,4453	21,4482	24,7585
4,50		0,1352	0,1491	0,1721	11,113	7/16	0,8238	0,9087	1,0489	23,00		3,5316	3,8953	4,4905	57,15	2 1/4	21,8043	24,0502	27,7620
4,762	3/16	0,1513	0,1688	0,1926	11,50		0,8829	0,9738	1,1241	23,812	15/16	3,7847	4,1745	4,8188	60,32	2 3/8	24,2903	26,7922	30,9273
5,00		0,1669	0,1841	0,2125	11,906	15/32	0,9454	1,0427	1,2037	24,00		3,8453	4,2414	4,8960	63,50	2 1/2	26,9189	29,6915	34,2741
5,50		0,2019	0,2227	0,2571	12,00		0,9613	1,0603	1,2240	25,00		4,1724	4,6022	5,3125	68,67	2 5/8	29,6736	32,7300	37,7816
5,556	7/32	0,2056	0,2268	0,2618	12,50		1,0431	1,1505	1,3281	25,400	1	4,3070	4,7506	5,4839	69,85	2 3/4	32,5719	35,9268	41,4717
6,00		0,2403	0,2651	0,3060	12,700	1/2	1,0768	1,1877	1,3710	27,00	1 1/16	4,8667	5,3680	6,1965	73,02	2 7/8	35,5954	39,2617	45,3213
6,350	1/4	0,2692	0,2969	0,3427	13,00		1,1282	1,2444	1,4365	28,57	1 1/8	5,4492	6,0104	6,9381	76,20	3	38,7632	42,7558	49,3547
6,50		0,2821	0,3111	0,3581	14,00		1,3085	1,4432	1,6680	30,16	1 3/16	6,0726	6,6980	7,7318	—	—	—	—	—
7,00		0,3271	0,3608	0,4165	14,287	9/16	1,3613	1,5016	1,7333	31,75	1 1/4	6,7297	7,4229	8,5685	—	—	—	—	—

## PESOS DE BARRAS CHATAS DE LATÃO (kg/m)

Espessura		mm	3,175	3,979	4,763	5,556	6,350	7,938	9,525	11,113	12,700	14,288	15,875	17,463	19,050	20,638	22,225	23,813	25,400
Largura		pol	1/8	5/32	3/16	7/32	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	11/16	3/4	13/16	7/8	15/16	1
mm	pol																		
6,350	1/4	0,1714	0,2148	0,2571	0,2999														
7,938	5/16	0,2142	0,2685	0,3214	0,3749	0,4285													
9,524	3/8	0,2570	0,3221	0,3856	0,4498	0,5141	0,6426												
11,113	7/16	0,2999	0,3756	0,4499	0,5248	0,5998	0,7498	0,8997											
12,700	1/2	0,3427	0,4295	0,5141	0,5998	0,6855	0,8569	1,0282	1,1996										
14,288	9/16	0,3856	0,4832	0,5785	0,6748	0,7712	0,9641	1,1568	1,3497	1,5424									
15,875	5/8	0,4284	0,5369	0,6427	0,7497	0,8569	1,0711	1,2853	1,4996	1,7137	1,9280								
17,463	11/16	0,4713	0,5906	0,7070	0,8247	0,9426	1,1783	1,4138	1,6496	1,8851	2,1208	2,3564							
19,050	3/4	0,5141	0,6443	0,7712	0,8997	1,0282	1,2654	1,5423	1,7895	2,0564	2,3136	2,5706	2,8277						
20,638	13/16	0,5570	0,6980	0,8356	0,9746	1,1139	1,3925	1,6709	1,9495	2,2279	2,5064	2,7848	3,0634	3,3418					
22,225	7/8	0,5998	0,7517	0,8998	1,0496	1,1996	1,4996	1,7994	2,0994	2,3992	2,6992	2,9990	3,2990	3,5988	3,8988				
23,813	15/16	0,6427	0,8054	0,9641	1,1246	1,2853	1,6067	1,9280	2,2494	2,5706	2,8920	3,2133	3,5347	3,8559	4,1773	4,8200			
25,400	1	0,6855	0,8591	1,0283	1,1995	1,3710	1,7138	2,0564	2,3993	2,7419	3,0848	3,4274	3,7703	4,1129	4,4557	4,7984	5,1412		
28,575	1 1/8	0,7712	0,9664	1,1569	1,3495	1,5423	1,9280	2,3135	2,6992	3,0847	3,4704	3,8558	4,2415	4,6270	5,0127	5,3982	5,7839	6,1693	
31,750	1 1/4	0,8569	1,0738	1,2854	1,4994	1,7137	2,1423	2,5706	2,9991	3,4274	3,8560	4,2843	4,7128	5,1411	5,5697	5,9980	6,4265	6,8548	
34,925	1 3/8	0,9425	1,1812	1,4140	1,6494	1,8851	2,3565	2,8276	3,2991	3,7702	4,2416	4,7127	5,1841	5,6552	6,1266	6,5978	7,0692	7,5403	
38,100	1 1/2	1,0282	1,2896	1,5425	1,7993	2,0564	2,5707	3,0847	3,5989	4,1129	4,6272	5,1411	5,6554	6,1693	6,6836	7,1976	7,7118	8,2258	
41,275	1 5/8	1,1139	1,3960	1,6710	1,9493	2,2278	2,7800	3,3417	3,8936	4,4556	5,0128	5,5695	6,1267	6,6835	7,2406	7,7974	8,3545	8,9113	
44,450	1 3/4	1,1996	1,5034	1,7996	2,0992	2,3992	2,9992	3,5988	4,1988	4,7984	5,3984	5,9980	6,5979	7,1966	7,7955	8,3942	8,9927	9,5913	
47,625	1 7/8	1,2853	1,6107	1,9281	2,2491	2,5706	3,2134	3,8558	4,4987	5,1411	5,7840	6,4264	7,0692	7,7117	8,3545	8,9970	9,6398	10,2822	
50,800	2	1,3710	1,7181	2,0567	2,3991	2,7419	3,4276	4,1129	4,7986	5,4838	6,1696	6,8548	7,5405	8,2258	8,9115	9,5967	10,2824	10,9677	
57,149	2 1/4	1,5423	1,9298	2,3137	2,6989	3,0846	3,8560	4,6269	5,3983	6,1692	6,9406	7,7115	8,4829	9,2539	10,0252	10,7962	11,5676	12,3385	
63,498	2 1/2	1,7137	2,1476	2,5708	2,9988	3,4273	4,2844	5,1410	5,9981	6,8548	7,7117	8,5683	9,4253	10,2819	11,1390	11,9956	12,8527	13,7092	
69,848	2 3/4	1,8850	2,3624	2,8278	3,2986	3,7700	4,7129	5,6551	6,5979	7,5401	8,4829	9,4251	10,3679	11,3101	12,2529	13,1952	14,1380	15,0802	
76,198	3	2,0564	2,5771	3,0849	3,5985	4,1128	5,1413	6,1692	7,1977	8,2256	9,2541	10,2820	11,3105	12,3384	13,3669	14,3948	15,4233	16,4511	

# TUBOS DE AÇO (DIN)

D = diâmetro externo  
d = diâmetro interno  
S = secção do material  
s = secção de passagem  
δ = espessura da parede  
J = momento de inércia  
W = módulo de resistência  
ρ = raio de giração  
Mf = momento fletor resistente  
ℓ = comprimento da luva  
g = peso do cano

q = peso da água no cano  
Se = superfície externa  
Si = superfície interna  
Q = vazão  
v = velocidade da água no cano  
p = pressão nominal  
p<sub>1</sub> = pressão admissível de serviço para temperatura < 120°C  
p<sub>2</sub> = pressão admissível de serviço para temperatura > 120°C e < 300°C  
p<sub>e</sub> = pressão de ensaio

## NOTAS:

Mf é expresso em kg cm considerando  $\bar{\sigma} = 1400 \text{ kg/cm}^2$   
Q é calculada considerando a velocidade v = 1m/seg.  
Comprimento de fabricação: 4 ÷ 7m.

Rosca Withorth conforme DIN 2999, cone 1:16.  
Os canos galvanizados pesam 7% a mais do que os valores indicados nas tabelas.  
A pressão de ensaio se refere só ao cano, não à junção.

Designação de um tubo de aço sem costura de 38 mm de diâmetro externo e 3,25 mm de espessura da parede conforme DIN 2448, de aço St 35.

Tubo 38 x 3,25 DIN 2448 - St 35

Canos de aço comum, sem costura, pretos ou galvanizados, com rosca e luvas, para ÁGUA ou GÁS conforme DIN 2440 — Pressão de ensaio à água fria: 32 kg/cm<sup>2</sup>

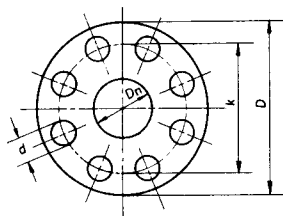
DIÂMETRO NOMINAL	D	d	δ	ℓ	g	q	Se	Si	s	S	J	W	ρ	Mf	Q
pol.	mm	mm	mm	mm	mm	Kg/m	cm <sup>2</sup> /m	cm <sup>2</sup> /m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	Kg-cm	m <sup>3</sup> /h
1/8	6	10,00	6	2,00	0,395	0,028	314,16	188,49	0,283	0,503	0,042	0,085	0,2914	119,00	0,1019
1/4	8	13,25	8,75	2,25	0,610	0,060	416,26	274,89	0,601	0,777	0,123	0,185	0,3971	259,00	0,2164
3/8	10	16,75	12,25	2,25	0,805	0,118	526,22	384,84	1,178	1,025	0,276	0,329	0,5188	460,60	0,4241
1/2	15	21,25	15,75	2,75	1,25	0,195	667,59	494,80	1,948	1,598	0,699	0,657	0,6613	919,80	0,7013
3/4	20	26,75	21,25	2,75	1,63	0,355	840,38	667,59	3,547	2,073	1,512	1,130	0,8542	1582,00	1,2769
1	25	33,50	27,00	3,25	2,42	0,573	1052,44	848,23	5,726	3,088	3,573	2,133	1,0757	2986,20	2,0614
1 1/4	32	42,45	35,95	3,25	3,13	1,015	1335,18	1129,40	10,151	5,869	7,442	3,506	1,3869	4908,40	3,6543
1 1/2	40	48,25	41,25	3,50	3,86	1,336	1515,82	1295,91	13,364	4,920	12,392	6,136	1,5870	7190,40	4,8110
2	50	60,00	52,50	3,75	5,20	2,165	1869,60	1649,34	21,648	6,627	26,326	8,775	1,9932	12285,0	7,7932
2 1/4	60	66,00	58,50	3,75	5,76	2,688	2073,46	1837,83	26,878	7,354	35,852	10,804	2,2048	15125,6	9,6760
2 1/2	70	75,00	67,50	3,75	6,64	3,578	2371,91	2120,58	35,785	8,985	57,596	15,359	2,5318	21502,6	12,8826
3	80	88,25	80,25	4,00	8,31	5,058	2772,46	2521,13	50,580	10,59	94,146	21,336	2,2817	29870,4	18,2088
3 1/2	90	101,00	92,50	4,25	10,10	6,720	3173,02	2905,96	67,201	12,92	151,438	29,988	3,4230	41983,2	24,1923
4	100	113,50	105,00	4,25	11,50	8,660	3565,72	3298,68	86,590	14,59	217,946	38,405	3,8650	53767,0	31,1724
4 1/2	110	126,50	118,00	4,25	12,80	10,94	3974,12	3707,08	109,36	16,32	305,285	48,267	4,3251	67573,8	39,3656
5	125	139,00	130,00	4,50	14,90	13,27	4366,82	4084,08	132,73	19,01	430,449	61,936	4,7585	66710,4	47,7828
5 1/2	140	152,00	143,00	4,50	16,40	16,06	4775,23	4492,42	160,61	20,85	567,607	74,686	5,2176	104560	57,8196
6	150	164,50	155,50	4,50	17,80	18,99	5167,93	4885,18	189,91	22,62	724,386	88,072	5,8590	123300	68,3676
8	200	216,00	203,00	6,50	23,60	32,36	6785,86	6377,44	323,66	42,77	2349,30	217,53	7,4114	304542	116,518

Canos de aço comum, sem costura, pretos ou galvanizados, com rosca e luvas, para VAPOR conforme DIN 2441 — Pressão de ensaio à água fria: 40 kg/cm<sup>2</sup>

DIÂMETRO NOMINAL	D	d	δ	ℓ	g	q	Se	Si	s	S	J	W	ρ	Mf	Q
pol.	mm	mm	mm	mm	mm	Kg/m	cm <sup>2</sup> /m	cm <sup>2</sup> /m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	Kg-cm	m <sup>3</sup> /h
1/8	6	10,00	5,00	2,50	0,462	0,02	314,16	157,08	0,196	0,589	0,046	0,092	0,2794	128,80	0,0706
1/4	8	13,25	7,75	2,75	0,712	0,05	416,26	243,47	0,472	0,907	0,134	0,202	0,3835	282,80	0,1699
3/8	10	16,75	11,25	2,75	0,950	0,10	526,22	353,43	0,994	1,209	0,386	0,461	0,5649	645,40	0,3578
1/2	15	21,25	14,75	3,25	1,440	0,17	667,59	463,38	1,709	1,838	0,788	0,725	0,8458	1012,20	0,6152
3/4	20	26,75	19,75	3,50	2,010	0,31	840,38	620,46	3,064	2,556	1,766	1,320	0,8307	1848,00	1,1030
1	25	33,50	25,50	4,00	2,910	0,51	1052,44	801,10	5,107	3,707	4,106	2,481	1,0524	3431,40	1,8385
1 1/4	32	42,25	34,25	4,00	3,770	0,92	1335,18	1075,99	9,213	4,807	8,885	4,206	1,3595	5888,40	3,3167
1 1/2	40	48,25	39,75	4,25	4,610	1,24	1515,82	1248,78	12,41	5,875	14,347	5,947	1,5627	8325,80	4,4676
2	50	60,00	51,00	4,50	7,0	2,04	1869,60	1602,21	20,43	7,846	30,404	10,134	1,9685	14187,6	7,3548
2 1/4	60	66,00	57,00	4,50	7,880	2,55	2073,46	1790,71	25,52	8,694	41,318	12,520	2,1800	17528,0	9,1872
2 1/2	70	75,50	66,50	4,50	7,880	3,47	2371,91	2089,16	34,73	10,037	63,492	16,819	2,5150	23546,8	12,503
3	80	88,25	78,75	4,75	8,5	3,780	2772,46	2474,01	48,71	12,460	108,930	24,686	2,9667	34560,4	17,536
3 1/2	90	101,00	91,00	5,00	11,800	6,50	3173,02	2858,85	65,05	15,071	174,163	34,487	3,3995	48281,8	23,418
4	100	113,50	103,50	5,00	13,400	8,41	3565,72	3251,55	84,13	17,043	251,289	44,280	3,8400	61992,0	30,287
4 1/2	110	126,50	116,50	5,00	16,400	10,47	3974,12	3628,54	104,77	20,907	383,361	66,610	4,2820	93254,0	37,717
5	125	139,00	128,00	5,00	18,100	12,86	4366,82	4021,25	128,68	23,068	514,677	74,054	4,7235	103657	46,325
5 1/2	140	152,00	141,00	5,50	19,900	15,61	4775,23	4429,65	156,14	25,313	679,959	89,468	5,1829	125255	56,210
6	150	164,50	153,50	5,50	21,600	18,50	5167,93	4822,35	185,06	27,473	869,094	105,66	5,6244	147924	66,622
8	200	216,00	201,00	7,50	38,600	31,73	6785,86	6314,61	317,31	49,127	2672,60	247,46	7,3757	346444	114,23

Canos de aço comum, sem costura, pretos, pontas lisas, para CALDEIRAS conforme DIN 2448.

DIÁMETRO EXTERNO	δ	d	g	p	p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>	p <sub>e</sub>	q	Se	Si	s	S	J	W	ρ	Mf	Q	
pol.	mm	mm	mm	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/m	cm <sup>2</sup> /m	cm <sup>2</sup> /m	cm <sup>2</sup>	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	Kg-cm	m <sup>3</sup> /h	
1	25,0	2,5	20,00	1,39	32	32	25	50	0,31	785,40	628,3	3,142	1,767	1,132	0,906	0,8004	1,288	1,131
		3	19,00	1,63	40	40	32	60	0,28		596,9	2,835	2,073	1,278	1,022	0,7580	1,430	1,020
1 ¼	32,0	2,75	26,50	1,99	32	32	25	50	0,55	1005,3	832,5	5,815	2,527	2,726	1,704	1,0387	2,385	1,985
		3,25	25,50	2,31	40	40	32	60	0,51		801,1	5,107	2,935	3,072	1,920	1,0230	2,688	1,838
1 ½	38,0	2,75	32,50	2,39	32	32	25	50	0,83	1193,8	1021,0	8,296	3,045	4,759	2,505	1,2500	3,507	2,986
		3,25	31,50	2,79	40	40	32	60	0,78		989,6	7,793	3,548	5,403	2,843	1,2337	3,980	2,805
1 ¾	44,5	2,75	39,00	2,83	32	32	25	50	1,19	1396,4	1225,2	11,95	3,607	7,893	3,547	1,4800	4,965	4,302
		3,25	38,00	3,31	40	40	32	60	1,13		1193,8	11,34	4,212	9,014	4,051	1,4625	5,671	4,082
2	51,0	2,75	45,50	3,28	32	32	25	50	1,62	1602,2	1429,4	16,26	4,168	12,171	4,773	1,7087	6,682	5,653
		3,25	44,50	3,83	40	40	32	60	1,55		1398,0	15,55	4,875	13,960	5,475	1,6925	7,685	5,598
2 ¼	57,0	3	51,00	4,00	32	32	25	50	2,04	1790,7	1602,2	20,43	5,089	18,609	6,529	1,9125	9,140	7,354
		3,5	50,00	4,63	40	40	32	60	1,96		1570,8	19,63	5,883	21,138	7,417	1,8950	10,383	7,066
2 ½	63,5	3	57,50	4,48	32	32	25	50	2,60	1994,9	1806,4	25,97	5,702	26,184	8,237	2,1420	11,531	9,349
		3,5	56,50	5,19	40	40	32	60	2,50		1775,0	25,07	6,597	29,791	9,363	2,1250	13,136	9,025
2 ¾	70,0	3	64,00	4,96	32	32	25	50	3,22	2199,1	2010,6	32,17	6,315	35,506	10,14	2,3712	14,196	11,581
		3,5	63,00	5,74	40	40	32	60	3,12		1979,2	31,17	7,312	40,534	11,58	2,3537	16,212	11,221
3	76,0	3	70,00	5,40	32	32	25	50	3,85	2387,6	2199,1	38,48	6,880	45,910	12,08	2,5837	18,912	13,852
		3,5	69,00	6,27	40	40	32	60	3,74		2167,7	37,39	7,972	52,502	13,82	2,6672	19,348	13,460
3 ¼	83,0	3,5	76,00	6,86	32	32	25	50	4,54	2607,5	2387,6	46,36	8,742	68,198	16,67	2,8145	23,558	16,329
		4	75,00	7,79	40	40	32	60	4,42		2356,2	44,18	9,927	77,649	18,71	2,7967	26,194	15,904
3 ½	89,0	3,5	82,00	7,38	32	32	25	50	5,28	2796,0	2576,1	52,81	9,401	86,055	19,34	3,0280	27,076	19,011
		4	81,00	8,36	40	40	32	60	5,15		2544,7	51,53	10,68	96,685	21,73	3,0440	28,122	18,550
3 ¾	95,0	4	87,00	8,98	40	40	32	60	5,94	2984,5	2733,2	59,45	11,44	118,61	24,97	3,2212	30,444	21,402
4	102,4	4	94,00	9,67	40	40	32	60	6,94	3294,0	2953,1	69,40	12,32	148,10	29,04	3,4687	40,656	24,984
4 ¼	108,4	4	100,00	10,30	32	32	25	50	7,85	3592,9	3141,6	78,54	13,07	176,96	32,77	3,6802	45,878	28,274
4 ½	121,4	4	113,00	11,50	25	25	20	40	10,00	3801,3	3550,0	100,29	14,70	251,89	41,63	4,1395	58,282	36,104
5 ¼	133,4	4	125,00	12,70	25	25	20	40	12,27	4178,3	3927,0	122,72	16,21	337,54	50,76	4,5640	71,064	44,179
5 ½	146,4	4,25	137,5	14,90	25	25	20	40	14,85	4586,7	4319,7	148,49	18,93	473,81	65,18	5,0125	92,525	55,456
5 ¾	159,4	4,5	150,00	17,20	25	25	20	40	17,67	4995,1	4712,4	176,71	21,84	652,30	82,05	5,4625	114,870	63,615
6 ¼	171,4	4,5	162,00	18,50	25	25	20	40	20,61	5372,1	5088,4	202,32	23,54	816,31	95,47	5,8900	133,558	74,203
6 ½	179,1	5,25	180,5	24,00	25	25	20	40	25,58	6000,4	5670,6	255,88	30,64	1322,44	138,47	6,5850	193,958	92,116
8 ½	215,6	6	204,0	31,10	25	25	20	40	33,65	6785,8	6408,9	326,85	39,58	2183,97	202,22	74,621	263,108	117,168
8 ¾	219,6	6	207,0	31,60	25	25	20	40	35,85	6880,1	6503,1	336,54	40,15	2278,86	208,11	75,280	291,124	125,115



A figura serve sô para indicar a disposição dos furos, e não para o número de parafusos.

\* Nos tubos para condução de óleo recomendam-se 8 furos.

D <sub>n</sub>  NOMINAL  DIÂMETRO	Pressão nominal 1 ÷ 6 atm					Pressão nominal 10 atm					Pressão nominal 16 atm					Pressão nominal 25 atm					Pressão nominal 40 atm				
	Pressão de trabalho { água..... 1 ÷ 6 atm gás..... 1 atm vapor superaquecido..... 1 ÷ 5 atm					Pressão de trabalho { água..... 10 atm gás..... 8 atm vapor superaquecido..... —					Pressão de trabalho { água..... 16 atm gás..... 13 atm vapor superaquecido..... 13 atm					Pressão de trabalho { água..... 25 atm gás..... 20 atm vapor superaquecido..... 20 atm					Pressão de trabalho { água..... 40 atm gás..... 32 atm vapor superaquecido..... 32 atm				
	D	k	número de furos	Rosca do parafuso	d	D	k	número de furos	Rosca do parafuso	d	D	k	número de furos	Rosca do parafuso	d	D	k	número de furos	Rosca do parafuso	d	D	k	número de furos	Rosca do parafuso	d
mm	mm			mm	mm	mm			mm	mm	mm			mm	mm	mm			mm	mm	mm			mm	
25	100	75	4	M 10	11,5	115	85	4	1/2"	15	115	85	4	1/2"	15	115	85	4	1/2"	15	115	85	4	1/2"	15
32	120	90	4	1/2"	15	140	100	4	5/8"	18	140	100	4	5/8"	18	140	100	4	5/8"	18	140	100	4	5/8"	18
40	130	100	4	1/2"	15	150	110	4	5/8"	18	150	110	4	5/8"	18	150	110	4	5/8"	18	150	110	4	5/8"	18
50	140	110	4	1/2"	15	165	125	4	5/8"	18	165	125	4	5/8"	18	165	125	4	5/8"	18	165	125	4	5/8"	18
(60)	150	120	4	1/2"	15	175	135	4	5/8"	18	175	135	4	5/8"	18	175	135	8	5/8"	18	175	135	8	5/8"	18
70	160	130	4	1/2"	15	185	145	4	5/8"	18	185	145	4	5/8"	18	185	145	8	5/8"	18	185	145	8	5/8"	18
80	190	150	4	5/8"	18	200	160	4	5/8"	18	200	160	8	5/8"	18	200	160	8	5/8"	18	200	160	8	5/8"	18
(90)	200	160	4	5/8"	18	210	170	8	5/8"	18	210	170	8	5/8"	18	225	180	8	3/4"	22	225	180	8	3/4"	22
100	210	170	4 *	5/8"	18	220	180	8	5/8"	18	220	180	8	5/8"	18	235	190	8	3/4"	22	235	190	8	3/4"	22
(110)	220	180	8	5/8"	18	230	190	8	5/8"	18	230	190	8	5/8"	18	245	200	8	3/4"	22	245	200	8	3/4"	22
125	240	200	8	5/8"	18	250	210	8	5/8"	18	250	210	8	5/8"	18	270	220	8	7/8"	25	270	220	8	7/8"	25
(140)	255	215	8	5/8"	18	265	225	8	5/8"	18	265	225	8	5/8"	18	290	240	8	7/8"	25	290	240	8	7/8"	25
150	265	225	8	5/8"	18	285	240	8	3/4"	22	285	240	8	3/4"	22	300	250	8	7/8"	25	300	250	8	7/8"	25
(160)	275	235	8	5/8"	18	295	250	8	3/4"	22	295	250	8	3/4"	22	310	250	8	7/8"	25	325	270	8	1"	28
(175)	295	255	8	5/8"	18	315	270	8	3/4"	22	315	270	8	3/4"	22	330	280	12	7/8"	25	350	295	12	1"	28
200	320	280	8	5/8"	18	340	295	8	3/4"	22	340	295	12	3/4"	22	360	310	12	7/8"	25	375	320	12	1"	28
(225)	345	305	8	5/8"	18	370	325	8	3/4"	22	370	325	12	3/4"	22	395	340	12	1"	28	420	355	12	1 1/8"	32
250	375	335	12	5/8"	18	395	350	12	3/4"	22	405	355	12	7/8"	25	425	370	12	1"	28	450	385	12	1 1/8"	32
(275)	400	360	12	5/8"	18	420	375	12	3/4"	22	435	385	12	7/8"	25	455	400	12	1"	28	480	415	12	1 1/8"	32
300	440	395	12	3/4"	22	445	400	12	3/4"	22	460	410	12	7/8"	25	485	430	16	1"	28	515	450	16	1 1/8"	32
(325)	465	420	12	3/4"	22	475	430	16	3/4"	22	490	440	16	7/8"	25	525	460	16	1 1/8"	32	550	480	16	1 1/4"	35
350	490	445	12	3/4"	22	505	460	16	3/4"	22	520	470	16	7/8"	25	555	490	16	1 1/8"	32	580	510	16	1 1/4"	35
(375)	515	470	16	3/4"	22	540	490	16	7/8"	25	555	500	16	1"	28	595	525	16	1 1/4"	35	625	550	16	1 3/8"	38
400	540	495	16	3/4"	22	565	515	16	7/8"	25	580	525	16	1"	28	620	550	16	1 3/4"	35	660	585	16	1 3/8"	38
450	595	550	16	3/4"	22	615	565	20	7/8"	25	640	585	20	1"	28	670	600	20	1 1/4"	35	—	—	—	—	—
500	645	600	20	3/4"	22	670	620	20	7/8"	25	715	650	20	1 1/8"	32	730	660	20	1 1/4"	35	—	—	—	—	—

# TUBOS DE AÇO (ASA / ANSI)

Segundo a ASA-B36.10-1950 para canos de aço carbono e aços liga  
e a ASA-B36.19-1952 para canos de aços inoxidáveis.

Notas:

1) Mr é expresso em lb. pés/1000 considerando  $\bar{S} = 27.000 \text{ lb./pol}^2$

2) Q é calculada considerando a velocidade  $v = 10 \text{ pés/seg.}$

DIÂMETRO NOMINAL	SCHEDULE Nº		TIPO	D pol.	d pol.	δ pol.	p lb/pé	q lb/pé	Se pés <sup>2</sup> /pé	Si pés <sup>2</sup> /pé	s pol. <sup>2</sup>	S pol. <sup>2</sup>	J pol. <sup>4</sup>	W pol. <sup>3</sup>	P pol.	Mr U lb. pés/1000	Q 2 U.S.A. gal./min
	ACOS	INOX															
1/8	105	Std.	405	307	049	186	0320	108	0804	0740	0548	00080	00440	1270	00880	2313	
	405	Std.	405	269	088	244	0246	106	0705	0568	0720	00106	00530	1215	01182	1775	
	805	X-Stg.	405	215	095	314	0157	106	0563	0364	0925	00122	00600	1146	01351	1138	
1/4	105	Std.	540	410	065	330	0570	141	1073	1320	0970	00280	01030	1885	02320	4125	
	405	Std.	540	364	088	424	0451	141	0955	1041	1250	00331	01230	1628	02760	3283	
	805	X-Stg.	540	302	119	535	0310	141	0794	0716	1574	00378	01395	1547	03138	2236	
3/8	105	Std.	675	545	065	423	1010	177	1427	2333	1245	00580	01740	2160	03910	7290	
	405	Std.	675	493	091	567	0827	177	1295	1910	1670	00730	02160	2090	04860	5969	
	805	X-Stg.	675	423	126	738	0609	177	1106	1405	2173	00862	02554	1991	05746	4391	
1/2	105	Std.	840	670	083	671	1550	220	1764	3568	1974	01430	03410	2692	07670	11150	
	405	Std.	840	622	109	850	1316	220	1637	3040	2503	01710	04070	2613	09156	9500	
	805	X-Stg.	840	546	147	1087	1013	220	1433	2340	3200	02010	04780	2508	10760	7313	
3/4	105	Std.	840	666	187	1310	0740	220	1706	3636	3223	05269	2402	11860	5331		
	405	Std.	840	592	294	1714	0216	220	1660	0499	5043	02424	05772	2192	12990	1559	
	805	X-Stg.	840	514	218	1940	1280	275	1607	2961	5698	05270	10038	3041	22590	9253	
1	105	Std.	1050	884	083	857	2660	275	2314	6138	2522	02970	05660	3430	12720	19180	
	405	Std.	1050	824	113	1130	2301	275	2168	5330	3326	03704	07055	3337	15870	16666	
	805	X-Stg.	1050	742	154	1473	1875	275	1948	4330	4335	04479	08531	3214	19190	13550	
1 1/4	105	Std.	1050	875	188	1727	1514	275	1759	3870	5081	04950	09430	3121	21300	11156	
	405	Std.	1050	814	218	1940	1280	275	1607	2961	5698	05270	10038	3041	22590	9253	
	805	X-Stg.	1050	742	154	1473	1875	275	1948	4330	4335	04479	08531	3214	19190	13550	
1 1/2	105	Std.	1315	1097	109	1404	0490	344	2872	9448	4129	07560	1150	4282	2588	2953	
	405	Std.	1315	1049	133	1678	3740	344	2740	8640	4939	08734	1328	4205	2989	2700	
	805	X-Stg.	1315	967	179	2171	3112	344	2520	7190	6388	10560	1806	4086	3614	2247	
2	105	Std.	1315	877	219	2561	2614	344	2290	6040	7534	11770	1798	3952	4028	1887	
	405	Std.	1315	815	250	2850	2261	344	2134	5217	8364	12516	1903	3668	4283	1630	
	805	X-Stg.	1315	599	358	3659	1221	344	1570	2818	10760	14050	2136	3613	4807	881	
2 1/2	105	Std.	1660	1442	109	1806	7080	434	3775	1633	5314	1806	1934	5499	4353	5103	
	405	Std.	1660	1380	140	2272	6471	434	3620	1495	6685	1947	2346	5397	5278	4672	
	805	X-Stg.	1660	1278	191	2996	5553	434	3356	1283	8815	2418	2913	5287	6555	4009	
3	105	Std.	1660	1160	250	3764	4575	434	3029	1057	11070	2833	3421	5063	7896	3303	
	405	Std.	1660	896	382	5214	2732	434	2131	6305	15340	3411	4110	4716	9247	1970	
	805	X-Stg.	1660	814	218	1940	1280	275	1607	2961	5698	05270	10038	3041	22590	9253	
3 1/2	105	Std.	1900	1682	109	2085	9630	497	4403	2221	613	2469	2599	6344	5847	6941	
	405	Std.	1900	1610	145	2717	8820	497	4213	2036	800	3099	3262	6226	7340	6362	
	805	X-Stg.	1900	1500	200	3631	7648	497	3927	1767	1068	3912	4118	6052	9265	5822	
4	105	Std.	1900	1337	281	4862	6082	497	3519	1405	1430	4826	5080	5809	1143	931	
	405	Std.	1900	1100	400	6408	4117	497	2903	950	1885	5678	5977	5469	1345	2969	
	805	X-Stg.	1900	1027	218	5022	1279	622	5074	2953	1477	8679	7309	7665	1641	9819	
4 1/2	105	Std.	2375	2057	109	2638	1583	622	5647	3654	775	5003	4213	8034	9479	11419	
	405	Std.	2375	2016	167	3938	1420	622	5360	3280	1158	7100	5979	7829	1345	10250	
	805	X-Stg.	2375	2000	188	4390	1363	622	5237	3142	1289	7764	8536	7764	1471	9819	
5	105	Std.	2375	1875	250	5673	1196	622	4920	2761	1689	9585	8046	7585	1810	8618	
	405	Std.	2375	1750	312	6883	1041	622	4681	2405	2023	1102	9280	7366	2088	7516	
	805	X-Stg.	2375	1689	343	7450	767	622	4422	2240	2190	1162	9790	7286	2203	7000	
6	105	Std.	2375	1503	436	9029	769	622	3929	1774	2656	1311	1104	7027	2485	5544	
	405	Std.	2375	1462	497	1006	682	622	3654	1501	3355	1075	1261	7871	1261	10484	
	805	X-Stg.	2375	1401	567	1106	608	622	3380	1280	4000	1158	1400	8536	1471	9819	
7	105	Std.	2750	2167	109	2638	1583	622	5647	3654	775	5003	4213	8034	9479	11419	
	405	Std.	2750	2101	167	3938	1420	622	5360	3280	1158	7100	5979	7829	1345	10250	
	805	X-Stg.	2750	2000	188	4390	1363	622	5237	3142	1289	7764	8536	7764	1471	9819	
8	105	Std.	2750	1939	218	5022	1279	622	5074	2953	1477	8679	7309	7665	1641	9819	
	405	Std.	2750	1875	250	5673	1196	622	4920	2761	1689	9585	8046	7585	1810	8618	
	805	X-Stg.	2750	1750	312	6883	1041	622	4681	2405	2023	1102	9280	7366	2088	7516	
9	105	Std.	2750	1689	343	7450	767	622	4422	2240	2190	1162	9790	7286	2203	7000	
	405	Std.	2750	1603	436	9029	769	622	3929	1774	2656	1311	1104	7027	2485	5544	
	805	X-Stg.	2750	1503	497	1006	682	622	3654	1501	3355	1075	1261	7871	1261	10484	

DIÁMETRO NOMINAL	SCHEDULE Nº		TIPO	D	d	δ	p	q	Se	Si	s	S	J	W	P	M <sup>1</sup> /l	Q 2)	
	ACOS	INOX		pol.	pol.	pol.	lb/p <sub>4</sub>	lb/p <sub>4</sub>	pés <sup>2</sup> /p <sub>4</sub>	pés <sup>2</sup> /p <sub>4</sub>	pol <sup>2</sup>	pol <sup>2</sup>	pol <sup>4</sup>	pol <sup>4</sup>	pol.	lb-pés/1000	U.S.A gal./min	
2½	105	Std.	2.875	2.635	.120	3.53	2.360	.753	6900	5.453	1.038	.9878	6872	9755	1.546	170.41		
	40	40S	2.875	2.469	.203	5.79	2.072	.753	6462	4.788	1.704	1.530	1.064	9474	2.394	149.83		
	80	80S	2.875	2.441	.217	6.16	2.026	.753	6381	4.680	1.812	1.611	1.121	9430	2.521	146.25		
	160	X-Stg.	2.875	2.323	.276	7.66	1.834	.753	6095	4.238	2.254	1.924	1.339	9241	3.012	132.44		
			XX-Stg.	2.875	2.125	.375	10.01	1.535	.753	5564	3.547	2.945	2.353	1.638	8938	3.685	110.84	
3			2.875	1.771	.552	13.89	1.067	.753	4627	2.464	4.028	2.871	1.997	8442	4.493	77.00		
	105	Std.	3.500	3.260	.120	4.33	3.62	.916	853	8.346	1.272	1.821	1.041	1.196	2.341	260.81		
			3.500	3.250	.125	4.52	3.60	.916	851	8.300	1.329	1.900	1.086	1.195	2.440	259.38		
			3.500	3.204	.148	5.30	3.52	.916	840	8.100	1.060	2.230	1.275	1.188	2.870	253.13		
			3.500	3.124	.186	6.65	3.34	.916	819	7.700	.958	2.700	1.545	1.175	3.480	240.63		
	40	40S	3.500	3.068	.216	7.57	3.20	.916	802	7.393	2.228	3.017	1.724	1.164	3.879	231.03		
			3.500	3.018	.241	8.39	3.10	.916	790	7.155	2.467	3.294	1.862	1.155	4.235	223.59		
			3.500	2.992	.254	8.80	3.06	.916	785	7.050	2.590	3.480	1.975	1.151	4.450	220.31		
			3.500	2.922	.289	9.91	2.91	.916	765	6.700	2.920	3.790	2.170	1.141	4.890	209.38		
	80	80S	3.500	2.900	.300	10.25	2.86	.916	761	6.605	3.016	3.892	2.228	1.136	5.007	206.41		
			3.500	2.875	.312	10.64	2.81	.916	753	6.492	3.122	4.015	2.294	1.132	5.162	202.88		
			3.500	2.687	.406	13.42	2.46	.916	704	5.673	3.948	4.808	2.747	1.103	6.182	177.28		
	160	X-Stg.	3.500	2.624	.438	14.32	2.34	.916	687	5.407	4.214	5.044	2.882	1.094	6.485	168.97		
			XX-Stg.	3.500	2.300	.600	18.56	1.86	.916	601	4.155	5.466	5.993	1.342	1.047	7.705	129.84	
	3½	105	Std.	4.000	3.760	.120	4.97	4.81	1.047	.984	11.10	1.46	2.754	1.377	1.372	3.098	346.68	
			4.000	3.744	.128	5.38	4.78	1.047	.981	11.01	1.58	2.970	1.485	1.370	3.340	344.06		
			4.000	3.732	.134	5.58	4.75	1.047	.978	10.95	1.64	3.070	1.535	1.367	3.450	342.19		
			4.000	3.704	.148	6.26	4.66	1.047	.971	10.75	1.84	3.420	1.710	1.364	3.850	335.94		
			4.000	3.624	.188	7.71	4.48	1.047	.950	10.32	2.27	4.130	2.065	1.350	4.650	322.50		
40		40S	4.000	3.548	.226	9.11	4.28	1.047	.929	9.89	2.68	4.788	2.394	1.337	5.386	309.06		
			4.000	3.438	.281	11.17	4.02	1.047	.900	9.28	3.29	5.715	2.858	1.319	6.425	290.00		
80		80S	4.000	3.364	.318	12.51	3.85	1.047	.880	8.89	3.68	6.280	3.140	1.307	7.068	277.81		
		X-Stg.	4.000	3.312	.344	13.42	3.73	1.047	.867	8.62	3.95	6.698	3.329	1.283	7.490	269.38		
		XX-Stg.	4.000	3.062	.469	17.68	3.19	1.047	.802	7.37	5.20	8.250	4.125	1.259	9.281	230.31		
		4.000	2.728	.636	22.85	2.53	1.047	.716	5.84	6.72	9.948	4.924	1.210	11.081	182.50			
4	105	Std.	4.500	4.260	.120	5.61	6.18	1.178	1.115	14.25	1.65	3.97	1.761	1.550	3.97	440.31		
			4.500	4.244	.128	5.99	6.14	1.178	1.111	14.15	1.76	4.21	1.871	1.545	4.21	442.19		
			4.500	4.232	.134	6.26	6.11	1.178	1.110	14.10	1.84	4.39	1.950	1.542	4.39	440.63		
			4.500	4.216	.142	6.61	6.06	1.178	1.105	13.98	1.93	4.58	2.035	1.540	4.68	436.88		
			4.500	4.170	.165	7.64	5.92	1.178	1.093	13.67	2.24	5.26	2.340	1.531	5.27	427.19		
			4.500	4.124	.188	8.56	5.80	1.178	1.082	13.39	2.52	5.86	2.600	1.525	5.85	418.44		
			4.500	4.090	.205	9.39	5.71	1.178	1.071	13.15	2.76	6.38	2.840	1.520	6.39	410.94		
	40	40S	4.500	4.026	.237	10.79	5.51	1.178	1.055	12.73	3.17	7.23	3.214	1.510	7.23	397.81		
			4.500	4.000	.250	11.35	5.46	1.178	1.049	12.57	3.34	7.56	3.360	1.505	7.56	392.81		
			4.500	3.958	.271	12.24	5.35	1.178	1.038	12.31	3.60	8.09	3.600	1.498	8.10	384.69		
			4.500	3.938	.281	12.67	5.27	1.178	1.031	12.17	3.73	8.33	3.703	1.495	8.33	380.31		
			4.500	3.900	.300	13.42	5.19	1.178	1.023	11.96	3.95	8.75	3.890	1.487	8.75	373.75		
		X-Stg.	4.500	3.876	.312	14.00	5.12	1.178	1.013	11.80	4.11	9.05	4.020	1.482	9.05	368.75		
	80	80S	4.500	3.826	.337	14.98	4.98	1.178	1.002	11.50	4.41	9.61	4.271	1.477	9.61	359.38		
			4.500	3.750	.375	16.52	4.76	1.178	.982	11.04	4.98	10.43	4.686	1.464	10.43	345.00		
120		4.500	3.624	.438	19.00	4.47	1.178	.949	10.32	5.59	11.65	5.177	1.444	11.65	322.50			
		4.500	3.500	.500	21.36	4.16	1.178	.916	9.62	6.28	12.77	5.676	1.425	12.77	300.83			
160		4.500	3.438	.531	22.60	4.02	1.178	.900	9.28	6.62	13.27	5.900	1.414	13.27	290.00			
	XX-Stg.	4.500	3.152	.674	27.54	3.38	1.178	.826	7.80	8.10	15.28	6.793	1.376	15.28	243.75			
5	105	Std.	5.563	5.295	.134	7.770	9.54	1.456	1.386	22.02	2.29	8.42	3.028	1.920	6.81	686.13		
	40	40S	5.563	5.047	.258	14.62	8.66	1.456	1.321	20.01	4.30	15.16	5.451	1.878	12.26	625.31		
			5.563	4.859	.362	19.59	8.06	1.456	1.272	18.60	5.76	19.65	7.064	1.847	15.89	581.25		
	80	80S	5.563	4.813	.375	20.78	7.87	1.456	1.260	18.19	6.11	20.87	7.431	1.839	16.72	568.44		
			5.563	4.688	.437	23.95	7.47	1.456	1.227	17.28	7.04	23.31	8.370	1.819	18.85	539.40		
			5.563	4.563	.500	27.10	7.08	1.456	1.195	16.36	7.95	25.74	9.253	1.799	20.82	510.94		
	120		5.563	4.313	.625	32.96	6.32	1.456	1.129	14.61	9.70	30.05	10.800	1.760	24.29	456.56		
		XX-Stg.	5.563	4.063	.760	38.55	5.62	1.456	1.064	12.97	11.34	33.63	12.090	1.722	27.21	405.31		
	6	105	Std.	6.625	6.357	.134	9.29	13.70	1.735	1.660	31.75	2.73	14.38	4.34	2.290	9.77	992.19	
				6.625	6.287	.169	11.56	13.45	1.735	1.650	31.00	3.43	17.90	5.41	2.281	12.15	968.75	
			6.625	6.265	.180	12.50	13.38	1.735	1.640	30.81	3.65	19.00	5.76	2.280	12.90	962.81		
			6.625	6.249	.188	12.93	13.31	1.735	1.639	30.70	3.80	19.71	5.95	2.279	13.49	959.38		
			6.625	6.187	.219	15.02	13.05	1.735	1.620	30.10	4.41	22.66	6.84	2.268	15.41	940.63		
			6.625	6.125	.250	17.02	12.80	1.735	1.606	29.50	5.01	25.55	7.71	2.26	17.40	921.88		
			6.625	6.071	.277	18.86	12.55	1.735	1.591	28.95	5.54	28.00	8.46	2.25	19.05	904.69		
40		40S	6.625	6.065	.280	18.97	12.51	1.735	1.587	28.99	5.58	28.14	8.50	2.24	19.12	905.94		
			6.625	5.875	.375	25.10	11.75	1.735	1.540	27.10	7.37	36.20	10.90	2.21	24.60	846.88		
		X-Stg.	6.625	5.761	.432	28.58	11.29	1.735	1.510	26.07	8.40	40.49	12.22	2.19	27.50	814.69		
			6.625	5.625	.500	32.79	10.85	1.735	1.475	24.85	9.63	45.60	13.78	2.16	31.00	776.56		
80		80S	6.625	5.501	.562	36.40	10.30	1.735	1.470	23.77	10.74	49.91	15.07	2.15	33.90	742.81		
			6.625	5.189	.718	45.30	9.16	1.735	1.359	21.15	13.36	58.99	17.81	2.10	40.07	660.94		
120			6.625	4.897	.864	53.16	8.14	1.735	1.280	18.83	15.64	66.33	20.02	2.06	45.06	588.44		
160		XX-Stg.	6.625	4.897	.864	53.16	8.14	1.735	1.280	18.83	15.64	66.33	20.02	2.06	45.06	588.44		

DIÂMETRO NOMINAL	SCHEDULE Nº		TIPO	D	d	S	p	q	Se	Si	a	S	J	W	P	Mf 1)	Q 2)	
	AÇOS																	
	AÇOS	INOX.		pol.	pol.	pol.	lb/pe	lb/pe	pes²/pe	pes²/pe	pol²	pol²	pol⁴	pol³	pol.	lb/pe	U.S.A. gal/min	
8	10S			8.625	8.329	1.148	1.340	23.6	2.26	2.180	54.5	3.94	35.4	8.22	3.00	18.5	1703.1	
				8.625	8.309	1.158	14.26	23.6	2.26	2.178	54.3	4.19	37.5	8.70	2.99	19.6	1696.9	
				8.625	8.295	1.165	14.91	23.5	2.26	2.175	54.1	4.37	39.4	9.14	2.99	20.6	1690.6	
				8.625	8.249	1.188	16.90	23.2	2.26	2.161	53.5	5.00	44.5	10.30	2.98	23.2	1671.9	
				8.625	8.219	1.203	18.30	23.1	2.26	2.152	53.1	5.38	47.7	11.05	2.96	24.9	1659.4	
				8.625	8.187	1.219	19.64	22.9	2.26	2.148	52.7	5.80	51.3	11.90	2.97	26.8	1646.9	
				8.625	8.149	1.238	21.43	22.7	2.26	2.136	52.2	6.30	55.5	12.87	2.97	29.0	1631.3	
	20			8.625	8.125	1.250	22.40	22.5	2.26	2.127	51.8	6.58	57.7	13.39	2.96	30.1	1618.8	
	30			8.625	8.071	1.277	24.70	22.2	2.26	2.155	51.2	7.26	63.3	14.89	2.95	33.1	1600.0	
	40	40S	Std.	8.625	7.981	1.322	28.55	21.6	2.26	2.090	50.0	8.40	72.5	16.81	2.94	37.8	1562.5	
				8.625	7.937	1.344	30.40	21.4	2.26	2.078	49.5	8.94	76.8	17.81	2.93	40.0	1546.9	
				8.625	7.921	1.352	31.00	21.3	2.26	2.072	49.3	9.12	78.2	18.10	2.93	40.7	1540.6	
				8.625	7.875	1.375	33.10	21.1	2.26	2.062	48.7	9.74	83.1	19.27	2.92	43.4	1521.9	
	60			8.625	7.813	1.406	35.70	20.8	2.26	2.045	47.9	10.48	88.8	20.58	2.91	46.3	1496.9	
				8.625	7.687	1.469	40.83	20.1	2.26	2.013	46.4	12.01	100.4	23.28	2.89	52.4	1450.0	
	80	80S	X-Stg.	8.625	7.625	1.500	43.39	19.8	2.26	2.006	45.6	12.78	106.7	24.51	2.88	56.2	1425.0	
	100			8.625	7.439	1.593	50.90	18.8	2.26	1.947	43.5	14.96	121.4	28.14	2.85	63.3	1359.4	
				8.625	7.375	1.625	53.40	18.5	2.26	1.931	42.7	15.71	126.5	29.33	2.84	66.0	1334.4	
	120			8.625	7.189	1.718	60.70	17.6	2.26	1.882	40.6	17.84	140.6	32.61	2.81	73.4	1268.8	
	140		XX-Stg.	8.625	7.001	1.812	67.80	16.7	2.26	1.833	38.5	19.93	153.8	35.85	2.78	80.2	1203.1	
				8.625	6.875	1.875	72.42	16.1	2.26	1.800	37.1	21.30	162.0	37.56	2.76	84.5	1159.4	
				8.625	6.813	1.906	74.70	15.8	2.26	1.784	36.4	21.97	168.9	38.48	2.76	86.6	1137.7	
10	10S			10.750	10.420	1.185	18.65	36.9	2.81	2.73	85.3	5.50	76.8	14.29	3.74	32.2	2665.6	
				10.750	10.374	1.188	21.12	36.7	2.81	2.72	84.5	6.20	86.5	16.10	3.74	36.3	2640.8	
				10.750	10.344	1.203	22.86	36.5	2.81	2.71	84.0	6.71	93.3	17.35	3.73	39.1	2625.0	
				10.750	10.310	1.219	24.60	36.2	2.81	2.70	83.4	7.24	100.5	18.70	3.72	42.1	2606.3	
	20			10.750	10.250	1.250	28.03	35.9	2.81	2.68	82.6	8.26	113.6	21.12	3.71	47.5	2581.3	
				10.750	10.192	1.279	31.20	35.3	2.81	2.66	81.6	9.18	125.9	23.42	3.70	52.7	2550.0	
	30			10.750	10.136	1.307	34.24	35.0	2.81	2.65	80.7	10.07	137.4	25.57	3.69	57.5	2521.9	
				10.750	10.054	1.348	38.66	34.4	2.81	2.64	79.3	11.40	154.4	28.80	3.68	65.0	2478.1	
	40	40S	Std.	10.750	10.020	1.365	40.48	34.1	2.81	2.62	78.9	11.91	160.7	29.90	3.67	67.3	2462.6	
				10.750	9.960	1.395	43.58	33.7	2.81	2.61	77.9	12.85	172.3	32.09	3.66	72.2	2434.4	
	60	60S	X-Stg.	10.750	9.750	1.500	54.74	32.3	2.81	2.55	74.7	16.10	212.0	34.43	3.63	88.7	2334.4	
				10.750	9.687	1.531	57.98	31.9	2.81	2.54	73.7	17.06	223.6	41.60	3.62	93.6	2303.1	
	80			10.750	9.564	1.593	64.40	31.1	2.81	2.50	71.8	18.91	244.9	45.56	3.60	102.5	2243.7	
	100			10.750	9.314	1.718	77.00	29.5	2.81	2.44	68.1	22.62	286.2	53.25	3.56	119.8	2128.1	
				10.750	9.250	1.750	80.10	29.1	2.81	2.42	67.2	23.56	296.2	55.10	3.54	124.0	2100.0	
	120			10.750	9.064	1.843	89.20	27.9	2.81	2.37	64.5	26.23	324.3	60.34	3.51	135.8	2015.6	
	140			10.750	8.750	1.900	104.20	26.1	2.81	2.29	60.1	30.63	367.8	68.43	3.46	154.0	1878.1	
				10.750	8.625	1.963	109.90	25.3	2.81	2.26	58.4	32.34	384.3	71.50	3.45	160.9	1825.0	
				10.750	8.500	1.125	116.00	24.6	2.81	2.22	56.7	34.01	399.4	74.31	3.43	167.2	1771.8	
	12	10S			12.750	12.390	1.180	24.18	52.2	3.34	3.24	120.6	7.11	140.4	22.0	4.44	49.6	3768.7
					12.750	12.344	1.203	27.2	52.0	3.34	3.23	119.9	7.99	157.2	24.7	4.43	55.6	3746.9
					12.750	12.312	1.219	29.3	51.7	3.34	3.22	119.1	8.52	167.6	26.3	4.43	59.2	3721.9
				12.750	12.274	1.238	31.8	51.5	3.34	3.22	118.5	9.36	183.5	28.8	4.43	65.0	3703.1	
				12.750	12.250	1.250	33.4	51.3	3.34	3.12	118.0	9.84	192.3	30.2	4.42	68.0	3687.5	
				12.750	12.192	1.279	37.2	50.7	3.34	3.19	116.9	10.93	212.5	33.3	4.41	75.0	3653.1	
				12.750	12.150	1.300	40.0	50.5	3.34	3.18	116.1	11.75	228.0	35.8	4.40	80.6	3628.1	
30				12.750	12.090	1.330	43.8	49.7	3.34	3.16	114.8	12.88	248.5	39.0	4.39	87.7	3587.5	
				12.750	12.062	1.344	45.5	49.7	3.34	3.16	114.5	13.46	259.0	40.7	4.38	91.6	3578.1	
40S		Std.		12.750	12.000	1.375	49.8	48.9	3.34	3.14	113.1	14.58	279.3	43.8	4.37	98.6	3534.4	
				12.750	11.938	1.406	53.6	48.5	3.34	3.13	111.9	15.74	300.3	47.1	4.37	106.0	3496.9	
				12.750	11.874	1.438	57.5	48.2	3.34	3.11	111.0	16.95	321.0	50.4	4.35	113.5	3468.8	
60				12.750	11.750	1.500	65.4	46.9	3.34	3.08	108.4	19.24	361.5	56.7	4.33	127.6	3387.5	
				12.750	11.626	1.562	73.2	46.0	3.34	3.04	106.2	21.52	400.5	62.8	4.31	141.3	3318.6	
80				12.750	11.500	1.625	80.9	44.9	3.34	3.01	103.8	23.81	436.7	68.8	4.29	154.8	3243.8	
				12.750	11.376	1.687	88.6	44.0	3.34	2.98	101.6	26.03	475.2	74.6	4.27	167.7	3175.0	
100				12.750	11.064	1.843	108.0	41.6	3.34	2.90	96.1	31.53	561.8	88.1	4.22	198.3	3003.1	
				12.750	11.000	1.875	110.9	41.1	3.34	2.88	95.0	32.64	578.5	90.7	4.21	204.2	2968.8	
120				12.750	10.750	1.900	125.5	39.3	3.34	2.81	90.8	36.91	641.7	100.7	4.17	226.5	2837.5	
140				12.750	10.500	1.125	140.0	37.5	3.34	2.75	86.6	41.08	700.7	109.9	4.13	247.3	2706.3	
160				12.750	10.313	1.219	150.1	36.3	3.34	2.70	83.8	44.15	742.1	116.5	4.10	262.0	2618.8	
				12.750	10.126	1.312	161.0	34.9	3.34	2.65	80.5	47.14	781.3	122.6	4.07	275.8	2515.6	
14				14.000	13.624	1.188	28	63.4	3.67	3.57	146.0	8.17	203.0	29.0	4.88	63.2	4562.5	
				14.000	13.560	1.220	32	63.0	3.67	3.55	145.0	9.53	237.0	33.8	4.88	76.2	4531.3	
	10			14.000	13.524	1.238	35	62.5	3.67	3.54	144.0	10.30	244.0	34.8	4.87	78.4	4500.0	
	20			14.000	13.500	1.250	37	62.1	3.67	3.54	143.0	10.82	256.0	36.6	4.86	82.4	4468.8	
	160			14.000	13.375	1.312	46	60.8	3.67	3.50	140.0	13.44	314.9	45.0	4.84	101.2	4390.6	

DIÂMETRO NOMINAL	SCHEDULE Nº		TIPO	D	d	S	p	q	Se	Si
------------------	-------------	--	------	---	---	---	---	---	----	----

Continuação da pág. ant.

# FLANGES (PADRÃO AMERICANO)

DÍAMETRO NOMINAL	SCHEDULE Nº	TIPO	D	d	δ	p	q	Se	Si	s	S	J	W	p	Mf 1)	Q 2)
	ÁÇOS	INOX.	pol.	pol.	pol.	lb./pé	pés <sup>2</sup> /pé	pés <sup>2</sup> /pé	pés <sup>2</sup> /pé	pol <sup>2</sup>	pol <sup>2</sup>	pol <sup>4</sup>	pol <sup>3</sup>	pol.	lb. · pés / 1000	U.S.A. gal./min.
22	...	...	22.000	21.500	.250	58	157.4	5.76	5.63	363.1	17.18	1010	91.8	7.69	208.6	11346.9
	...	...	22.000	21.376	.312	72	155.6	5.76	5.60	358.9	21.26	1250	113.6	7.67	253.6	11215.6
	...	...	22.000	21.250	.375	87	153.7	5.76	5.56	354.7	25.48	1490	135.4	7.65	304.6	11084.4
	...	...	22.000	21.126	.437	103	152.0	5.76	5.53	350.5	29.60	1721	156.4	7.63	351.9	10953.1
	...	...	22.000	21.000	.500	119	150.2	5.76	5.50	346.4	33.77	1953	177.5	7.61	399.4	10825.0
	...	...	22.000	20.876	.562	129	148.4	5.76	5.47	342.3	37.89	2175	197.7	7.58	444.6	10696.9
	...	...	22.000	20.750	.625	143	146.6	5.76	5.43	338.2	41.97	2400	218.2	7.56	490.9	10568.8
24	...	...	22.000	20.624	.688	157	144.8	5.76	5.40	334.1	46.06	2618	238.0	7.54	535.5	10440.1
	...	...	22.000	20.500	.750	170	143.1	5.76	5.37	330.0	50.07	2829	257.2	7.52	578.7	10315.6
	10	...	24.000	23.500	.250	63	189.0	6.28	6.15	435.0	18.67	1320	110.0	8.40	247.5	13593.8
	20	...	24.000	23.376	.312	79	186.9	6.28	6.12	430.0	22.80	1630	136.0	8.38	306.0	13437.5
	...	...	24.000	23.250	.375	95	183.8	6.28	6.09	424.6	27.03	1942	161.9	8.36	364.0	13288.8
	...	...	24.000	23.125	.437	110	181.8	6.28	6.05	420.0	32.39	2248	187.4	8.33	421.6	13125.0
	...	...	24.000	23.000	.500	128	181.0	6.28	6.02	416.0	36.90	2550	213.0	8.31	480.0	13000.0
26	...	...	24.000	22.876	.562	141	178.5	6.28	5.99	411.0	41.40	2840	237.0	8.28	534.0	12843.8
	...	...	24.000	22.750	.625	156	175.9	6.28	5.96	406.5	45.90	3137	261.4	8.27	588.0	12703.1
	...	...	24.000	22.626	.687	171	174.2	6.28	5.92	402.1	50.30	3422	285.2	8.25	641.7	12565.6
	...	...	24.000	22.500	.750	186	172.1	6.28	5.89	397.6	54.78	3705	308.8	8.22	694.8	12425.0
	...	...	24.000	22.064	.988	238	165.8	6.28	5.78	382.3	70.04	4652	387.7	8.15	872.3	11946.9
	...	...	24.000	21.938	1.031	253	163.6	6.28	5.74	378.0	74.41	4920	410.0	8.13	922.5	11812.5
	...	...	24.000	21.812	1.218	297	158.2	6.28	5.65	365.2	87.17	5673	472.8	8.07	1063.7	11412.5
28	...	...	24.000	20.938	1.531	367	149.3	6.28	5.48	344.3	108.07	6847	570.6	7.96	1283.9	10759.4
	...	...	24.000	20.812	1.612	429	141.4	6.28	5.33	328.1	126.30	7823	651.9	7.87	1466.8	10190.6
	...	...	24.000	20.687	1.687	484	134.4	6.28	5.20	310.3	142.10	8827	718.9	7.79	1617.6	9896.9
	...	...	24.000	20.562	1.762	510	130.9	6.28	5.14	302.0	149.90	9010	750.8	7.75	1689.0	9437.5
	...	...	24.000	20.437	1.837	542	127.0	6.28	5.06	293.1	159.40	9457	788.1	7.70	1773.2	9156.3
	...	...	26.000	25.500	.250	67	221.4	6.81	6.68	510.7	19.85	1646	126.6	9.10	284.8	15959.4
	...	...	26.000	25.376	.312	84	219.2	6.81	6.64	505.8	25.18	2078	159.7	9.08	359.3	15806.3
30	...	...	26.000	25.250	.375	103	217.1	6.81	6.61	500.7	30.19	2478	190.6	9.06	428.8	15646.9
	...	...	26.000	25.126	.437	119	215.0	6.81	6.58	495.8	35.09	2866	220.5	9.04	496.1	15493.8
	...	...	26.000	25.000	.500	136	212.8	6.81	6.54	490.9	40.06	3259	250.7	9.02	564.1	15340.6
	...	...	26.000	24.876	.562	153	210.7	6.81	6.51	486.0	44.91	3638	279.8	9.00	629.6	15187.5
	...	...	26.000	24.750	.625	169	208.6	6.81	6.48	481.1	49.82	4013	308.7	8.98	694.6	15034.4
	...	...	26.000	24.624	.688	186	206.4	6.81	6.45	476.2	54.71	4385	337.3	8.95	758.9	14881.3
	...	...	26.000	24.500	.750	202	204.4	6.81	6.41	471.4	59.49	4744	364.9	8.93	821.0	14731.3
32	...	...	30.000	29.376	.312	99	293.7	7.85	7.69	677.8	29.19	3201	213.4	10.50	480.1	21180.0
	...	...	30.000	29.250	.375	119	291.2	7.85	7.66	672.0	34.90	3823	254.8	10.48	573.4	20998.8
	...	...	30.000	29.125	.437	138	288.7	7.85	7.62	666.2	40.63	4432	295.5	10.45	664.8	20819.7
	...	...	30.000	29.000	.500	158	286.2	7.85	7.59	660.5	46.34	5033	335.5	10.43	755.0	20641.3
	...	...	30.000	28.875	.562	177	283.7	7.85	7.56	654.8	52.02	5627	375.1	10.41	844.0	20463.8
	...	...	30.000	28.750	.625	196	281.3	7.85	7.53	649.2	57.68	6213	414.2	10.39	931.9	20286.9
	...	...	30.000	28.624	.688	215	278.8	7.85	7.50	643.5	63.33	6798	453.3	10.37	1018.0	20110.0

## SÍMBOLOS:

D = diâmetro externo

d = diâmetro interno

S = seção do material

s = seção de passagem

δ = espessura da parede

p = peso do cano

q = peso da água no cano

Se = superfície externa

Si = superfície interna

v = velocidade da água no cano

∇ = distância da fibra mais afastada do eixo neutro

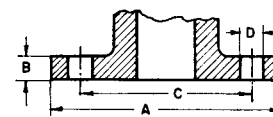
Momento de inércia:  $J = 0,04909 (D^4 - d^4) = SR^2$

Módulo de resistência:  $W = \frac{J}{\nabla} = 0,0982 \frac{D^4 - d^4}{D}$

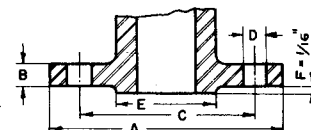
Raio de giração:  $\rho = 0,25 \sqrt{D^2 + d^2}$

Momento fletor resistente:  $Mf = \bar{\sigma} W = \bar{\sigma} \frac{J}{\nabla} = 2 \bar{\sigma} \frac{J}{D}$

Vazão:  $Q = vS$



Ferro fundido  
pressão de vapor: 125 lb./sq.in.

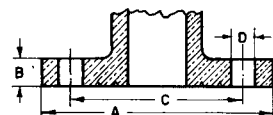


Ferro forjado  
pressão de vapor: 150 lb./sq.in.

DÍAMETRO NOMINAL DO TUBO	pol.	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24
A DIÂMETRO DA FLANGE	pol.	4 1/4	4 3/8	5	6	7	7 1/2	8 1/2	9	10	11	13 1/2	16	19	21	23 1/2	25	27 1/2	32
B ESPESSURA DA FLANGE	pol.	7/16	1/2	3/8	5/8	1 1/8	3/4	1 1/8	1 1/2	1 5/8	1 3/4	1 1/2	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 1/8	1 1/4	1 1/2
C DIÂMETRO DA FURAÇÃO	pol.	3 1/8	3 1/2	3 7/8	4 3/4	5 1/2	6	7	7 1/2	8 1/2	9 1/2	11 3/4	14 1/4	17	18 3/4	21 1/4	22 3/4	25	29 1/2
NÚMERO DE PARAFUSOS		4	4	4	4	4	4	8	8	8	8	8	8	12	12	16	16	20	20
DIÂMETRO DOS PARAFUSOS	pol.	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	3/4	3/4	3/4	3/4	7/8	7/8	1	1	1 1/8	1 1/8	1 1/4
D DIÂMETRO DOS FUROS	pol.	5/8	5/8	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	7/8	7/8	7/8	1	1	1 1/8	1 1/8	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 3/8
E DIÂMETRO DA SALIÊNCIA (apo)	pol.	2	2 1/2	2 7/8	3 5/8	4 1/8	5	5 1/2	6 3/8	7 1/8	8 1/2	10 5/8	12 3/4	15	16 1/4	18 1/2	21	23	27 1/4

Ferro fundido. Pressão de vapor: 250 lb./sq.in. Ferro forjado. Pressão de vapor: 300 lb./sq.in.

DÍAMETRO NOMINAL DO TUBO	pol.	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	24
A DIÂMETRO DA FLANGE	pol.	4 7/8	5 1/4	6 1/8	6 1/2	7 1/2	8 1/4	9	10	11	12 1/2	15	17 1/2	20 1/2	23	25 1/2	28	30 1/2	36
B ESPESSURA DA FLANGE	pol.	1 1/8	3/4	1 3/8	7/8	1	1 1/8	1 3/8	1 1/2	1 5/8	1 3/4	1 1/2	1 1/8	1 1/4	1 3/8	1 1/2	1 1/8	1 1/4	1 1/2
C DIÂMETRO DA FURAÇÃO	pol.	3 1/2	3 3/4	4 1/2	5	5 7/8	6 3/8	7 1/4	7 3/4	8 1/2	9 1/4	10 5/8	13	15 1/4	17 3/4	20 1/4	22 3/4	24 3/4	27
NÚMERO DE PARAFUSOS		4	4	4	4	4	4	8	8	8	8	8	8	12	12	16	16	20	24
D DIÂMETRO DOS PARAFUSOS	pol.	5/8	5/8	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	3/4	7/8	1	1 1/8	1 1/8	1 1/4	1 1/4	1 1/2	1 3/8
E DIÂMETRO DA SALIÊNCIA	pol.	2 1/8	3 1/8	3 5/8	4 3/8	4 7/8	5 1/2	6	6 3/8	7 1/8	8 1/2	10 5/8	12 3/4	15	16 1/4	18 1/2	21	23	27 1/4
F ALTURA DA SALIÊNCIA	pol.	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4	1 1/4



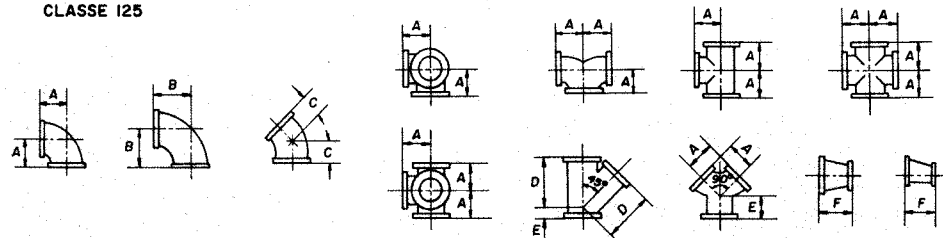
Bronze.  
Pressão de vapor: 150 lb./sq.in.

DIÂMETRO NOMINAL DO TUBO		pol.	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	5	6	8	10	12
A	DIÂMETRO DA FLANGE	pol.	3 1/2	3 7/8	4 1/4	4 3/8	5	6	7	7 1/2	8 1/2	9	10	11	13 1/2	16	19
B	ESPESSURA DA FLANGE	pol.	5/16	1/32	3/16	13/32	7/16	1/2	9/16	5/8	11/16	1 1/8	3/4	13/16	15/16	1	1 1/16
C	DIÂMETRO DA FURAÇÃO	pol.	2 3/8	2 3/4	3 1/8	3 1/2	3 7/8	4 3/4	5 1/2	6	7	7 1/2	8 1/2	9 1/2	11 3/4	14 1/4	17
D	DIÂMETRO DOS FUROS	pol.	5/8	3/8	5/8	5/8	5/8	3/4	3/4	3/4	3/4	7/8	7/8	7/8	7/8	1	1
NÚMERO DE PARAFUSOS			4	4	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8	8	12	12
DIÂMETRO DOS PARAFUSOS		pol.	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	5/8	5/8	5/8	5/8	5/8	5/8	3/4	3/4	7/8	7/8



# ACESSÓRIOS PARA TUBOS (PADRÃO AMERICANO)

## CLASSE 125



Diâmetro nominal pol	mm	A mm	B mm	C mm	D mm	E mm	F mm	espessura da parede mm
1	25,4	88,9	127	44,4	146	44,4	...	7,94
1 1/4	31,75	95,2	139,7	50,8	158,7	44,4	...	7,94
1 1/2	38	101,6	152,4	57,1	177,8	50,8	...	7,94
2	51	114,3	165	63,5	203,2	63,5	127	7,94
2 1/2	63,5	127	177,8	76,2	241,3	63,5	139,7	7,94
3	76	139,7	196,8	76,2	254	76,2	152,4	9,52
3 1/2	89	152,4	215,9	88,9	292,1	76,2	165,1	11,11
4	101,6	165	228,6	101,6	304,8	76,2	177,8	12,7
5	127	190,5	260,3	114,3	342,9	88,9	203,2	12,7
6	152,4	203,2	292,1	127	368,3	88,9	228,6	14,29
8	203	228,6	355,6	139,7	444,5	114,3	279,4	15,88
10	254	279,4	419	165,1	520,7	127	304,8	19,05
12	305	304,8	482,6	190,5	622,3	139,7	355,6	20,64

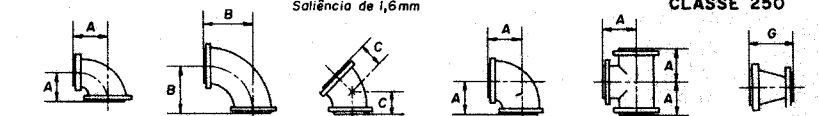
— Os flanges desses acessórios são as mesmas usados para os tubos correspondentes indicados na página anterior. Material: ferro fundido

— Para os acessórios da classe 125 as pressões máximas nominais em serviço de vapor saturado são: 8,76 kg/cm<sup>2</sup> para  $\phi_{nom} = 25$  a 127 mm e 7 kg/cm<sup>2</sup> para  $\phi_{nom} = 152$  a 305 mm. Para água são 12,3 kg/cm<sup>2</sup> para qualquer diâmetro.

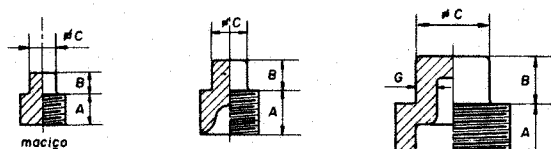
— Para os acessórios da classe 250 a pressão máxima nominal em serviço de vapor saturado são: 17,57 kg/cm<sup>2</sup> para todos os diâmetros. Para água: 28 kg/cm<sup>2</sup> para todos os diâmetros.

Saliência de 1,6 mm

## CLASSE 250



Diâmetro nominal pol	mm	Diâmetro interna mm	Espessura de parede mm	Ø saliência mm	A mm	B mm	C mm	G mm
2	51	51	11	106,4	127	165	76,2	127
2 1/2	63,5	63,5	12,7	125,4	139,7	177,8	88,9	139,7
3	76	76	14	147,6	152,4	196,8	88,9	152,4
3 1/2	89	89	14	160	165	215,9	101,6	165,1
4	101,6	101,6	16	176	177,8	228,6	114,3	177,8
5	127	127	17,5	211	203	260,3	127	203,2
6	152,4	152,4	19	249	215,9	292	139,7	228,6
8	203	203	21	303	254	355,6	152,4	279,4
10	254	254	24	356	292	419	177,8	304,8
12	305	305	25,4	417,5	330	482,6	203,2	355,6



P/ Ø 1/8" a 3/2"

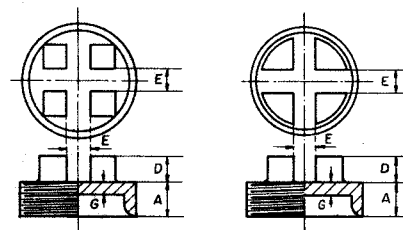
P/ Ø 1/2" a 3/2"

P/ Ø 1/2" a 3/2"

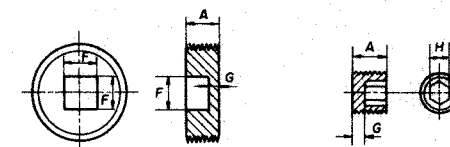
Diâmetro nominal pol	mm	A mín. mm	B mín. mm	C nominal pol	C máx. mm	G mín. mm
1/8	3,18	9,4	6,1	9/32	7,14	...
1/4	6,35	11,18	7,11	3/8	9,53	...
3/8	9,53	12,19	7,87	7/16	11,11	...
1/2	12,7	14,22	9,65	9/16	14,29	4,06
3/4	19,05	16	11,18	5/8	15,86	4,57
1	25,4	19,05	12,7	13/16	20,64	5,08
1 1/4	31,75	20,32	14,22	15/16	23,81	5,59
1 1/2	38,1	21,08	15,75	1 1/8	28,58	6,1
2	50,8	22,35	17,27	1 5/16	33,34	6,6
2 1/2	63,5	27,18	18,8	1 1/2	38,1	7,37
3	76,2	28,7	20,32	1 11/16	42,86	7,87
3 1/2	88,9	30	21,84	1 7/8	47,63	8,64

## TAMPÕES

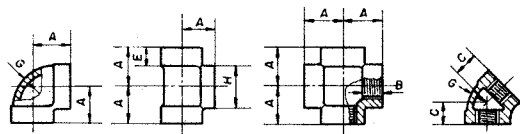
- O material pode ser de ferro fundido, ferro maleável ou aço.
- As roscas são as roscas cônicas para tubos American Standard
- Para pressões altas, acima de 150 lb/pol<sup>2</sup> usar tampões maciços.



Diâmetro nominal pol	mm	A mm	D mín. mm	E mín. mm	G mín. mm
4	101,6	31	25,5	22,4	9,4
5	127	33,3	25,5	22,4	11,7
6	152,4	35,6	32	32	13,22
8	203,2	40	35	38	17



Diâmetro nominal pol	mm	A mín. mm	F nom. mm	F mín. mm	H mm	G mín. mm
1/8	3,18	9,4	...	...	4,76	1,53
1/4	6,35	11,2	...	...	6,35	2,3
3/8	9,53	12,2	...	...	8	3,3
1/2	12,7	14,3	9,25	9,73	9,53	4,1
3/4	19,05	16	12,7	12,9	14,29	4,6
1	25,4	19,05	12,7	12,9	15,86	5,1
1 1/4	31,75	20,32	19,05	19,28	...	5,6
1 1/2	38,1	21,1	19,05	19,28	...	6,1
2	50,8	22,35	22,23	22,45	...	6,6
2 1/2	63,5	27,17	28,58	28,88	...	7,4
3	76,2	28,7	35	35,33	...	7,9
3 1/2	88,9	29,97	38,1	38,56	...	8,6
4	101,6	30,98	50,8	51,45	...	9,4



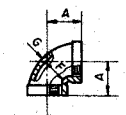
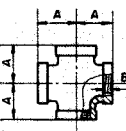
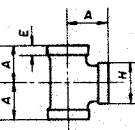
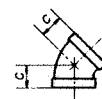
### Acessórios roscados de ferro

Pressão máxima de vapor saturado  
150 lb/sq. in. (10,5 kg/cm<sup>2</sup>)

Pressão hidráulica máxima  
300 lb/sq. in. (21 kg/cm<sup>2</sup>)

Diâmetro nominal	A	C	B mín.	E mín.	F mín.	F máx.	G mín.	H mín.
pol	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1/8	3,18	17,53	...	6,35	5,08	10,16	2,28	17,6
1/4	6,35	20,57	18,54	8,13	5,46	13,72	2,41	21,44
3/8	9,53	24,13	20,32	9,14	5,84	17,02	2,54	25,78
1/2	12,7	28,45	22,35	10,92	6,33	21,34	2,67	30,41
3/4	19,05	33,27	24,89	12,70	6,94	26,67	3,05	37,04
1	25,4	38,1	28,45	14,73	7,67	32,28	3,40	45
1 1/4	31,75	44,45	32,77	17,02	8,66	42,17	3,68	54,7
1 1/2	38,1	49,28	36,32	17,78	9,35	48,26	3,94	61,65
2	50,8	57,15	42,67	19,05	10,72	60,20	4,4	75,26
2 1/2	63,5	68,58	49,53	23,37	12,14	72,9	5,34	91,16
3	76,2	78,23	55,12	24,89	13,92	88,9	5,87	108,84
3 1/2	88,9	86,87	60,71	26,12	15,34	101,6	6,3	123,01
4	101,6	96,27	66,3	27,43	16,8	114,3	6,73	137,19
5	127	114,3	77,47	30	19,81	141,23	7,62	167,21
6	152,4	130,3	87,9	32,52	22,86	168,15	8,54	197,29

### Acessórios de ferro fundido



Pressão máxima de vapor saturado: 125 lb/sq. in. (8,78 kg/cm<sup>2</sup>)

Diâmetro nominal	A	C	B mín.	E mín.	F mín.	F máx.	G mín.	H mín.
pol	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1/4	6,35	20,57	18,54	8,13	9,65	13,72	14,73	2,8
3/8	9,53	24,13	20,32	9,14	11,18	17,02	18,03	3,05
1/2	12,7	28,45	22,35	10,92	12,7	21,34	22,61	3,3
3/4	19,05	33,28	24,89	12,7	14,22	26,67	28	3,94
1	25,4	38,1	28,45	14,73	15,75	33,27	35,05	4,32
1 1/4	31,75	44,45	32,77	17,02	17,53	42,16	43,94	4,7
1 1/2	38,1	49,28	36,32	17,78	19,05	48,26	50,04	5,08
2	50,8	57,15	42,67	19,05	21,34	60,2	61,98	5,59
2 1/2	63,5	68,58	49,53	23,37	23,88	72,9	75,44	6,1
3	76,2	78,23	55,12	24,89	25,4	88,9	91,4	6,61
3 1/2	88,9	86,87	60,71	26,12	27	101,6	104,14	7,11
4	101,6	96,27	66,3	27,43	28,45	114,3	116,84	7,67
5	127	114,3	77,47	29,97	30	141,22	143,76	8,65
6	152,4	130,3	87,88	32,51	32,51	168,15	170,69	10,92
8	203,2	166,63	108,71	37,34	37,34	218,95	221,49	13,97
10	254	205,23	131,1	42,67	42,67	273,05	275,59	17,53
12	304,8	241,3	151,16	47,75	47,75	323,85	326,39	20,32

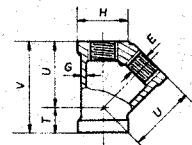
Pressão máxima de vapor saturado: 250 lb/sq. in. (17,57 kg/cm<sup>2</sup>)

Diâmetro nominal	A	C	B mín.	E mín.	F mín.	F máx.	G mín.	H mín.
pol	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1/4	6,35	23,88	20,57	10,92	12,45	13,72	14,73	4,57
3/8	9,53	24,92	22,35	11,94	13,97	17,02	18,03	4,57
1/2	12,7	31,75	25,4	14,48	15,24	21,34	22,61	5,08
3/4	19,05	36,58	28,7	16,26	17,27	26,67	28	5,84
1	25,4	41,4	33,27	19,05	19,3	33,27	35,05	7,11
1 1/4	31,75	49,28	38,1	21,34	22,35	42,16	43,94	8,38
1 1/2	38,1	54,1	42,93	22,1	24,64	48,26	50,04	8,89
2	50,8	63,5	50,8	25,4	28,45	60,2	61,98	9,91
2 1/2	63,5	74,68	57,15	29,72	33,02	72,9	75,44	10,92
3	76,2	85,85	63,5	31,24	35,56	88,9	91,4	12,19
3 1/2	88,9	95,25	66,8	32,96	37,85	101,6	104,14	13,21
4	101,6	104,9	71,37	33,78	39,88	114,3	116,84	14,22
5	127	123,95	81,03	36,32	44,2	141,22	143,76	16,76
6	152,4	143	88,9	38,86	48,51	168,15	170,69	18,8
8	203,2	177,8	109,47	43,69	56,9	218,95	221,49	22,86
10	254	219,2	131,83	49,02	65,53	273,05	275,59	27,43
12	304,8	254	152,4	54,1	73,91	323,85	326,39	31,5

### Derivação y de ferro

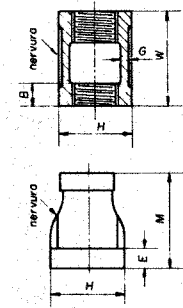
Pressão máx. de vapor sat.  
150 lb/sq. in. (10,5 kg/cm<sup>2</sup>)

Pressão hidráulica máx.  
300 lb/sq. in. (21 kg/cm<sup>2</sup>)



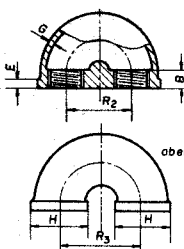
Diâmetro nominal	B mín.	E mín.	G mín.	H mín.	T	U	V
pol	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
3/8	9,53	8,14	5,84	2,54	25,78	12,7	36,32
1/2	12,7	10,92	6,33	2,67	30,41	15,49	43,43
3/4	19,05	12,7	6,94	3,05	37,04	18,29	52,1
1	25,4	14,73	7,67	3,4	45	21,59	61,72
1 1/4	31,75	17,02	8,66	3,68	54,7	25,91	74,17
1 1/2	38,1	17,78	9,35	3,94	61,65	27,94	83,31
2	50,8	19,05	10,72	4,4	75,26	31,5	99,82
2 1/2	63,5	23,37	12,14	5,34	91,16	38,61	120,14
3	76,2	24,89	13,92	5,87	108,84	43,44	141
3 1/2	88,9	26,12	15,34	6,3	123,01	47	158,75
4	101,6	27,43	16,8	6,73	137,19	51,05	177,04

### Luas



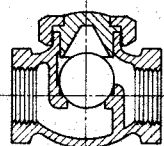
Diâmetro nominal	B mín.	E mín.	G mín.	H mín.	Nervura	W	M
pol	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1/8	3,18	6,35	5,08	2,28	17,6	2,28	24,38
1/4	6,35	8,13	5,46	2,41	21,44	2,41	27
3/8	9,53	9,14	5,84	2,54	25,78	2,54	29,47
1/2	12,7	10,92	6,33	2,67	30,41	2,67	34,04
3/4	19,05	12,7	6,94	3,05	37,04	3,05	38,61
1	25,4	14,73	7,67	3,4	45	3,4	42,42
1 1/4	31,75	17,02	8,66	3,68	54,7	3,68	49,02
1 1/2	38,1	17,78	9,35	3,94	61,65	3,94	54,61
2	50,8	19,05	10,72	4,4	75,26	4,4	64,26
2 1/2	63,5	23,37	12,14	5,34	91,16	5,34	73,15
3	76,2	24,89	14	5,87	108,84	5,87	80,77
3 1/2	88,9	26,12	15,34	6,3	123,01	6,3	87,12
4	101,6	27,43	16,8	6,73	137,19	6,73	93,73

### Retorno

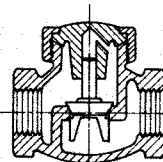


Diâmetro nominal	B mín.	E mín.	G mín.	H mín.	R <sub>1</sub> modelo fechado	R <sub>2</sub> modelo médio	R <sub>3</sub> modelo aberto
pol	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1/2	12,7	10,92	6,33	2,85	30,41	25,4	31,75
3/4	19,05	12,7	6,94	3,38	37,04	31,75	38,1
1	25,4	14,73	7,67	3,81	45	38,1	47,63
1 1/4	31,75	17,02	8,66	4,2	54,7	44,45	57,15
1 1/2	38,1	17,78	9,35	4,52	61,65	55,58	63,5
2	50,8	19,05	10,72	5,16	75,26	66,68	76,2
2 1/2	63,5	23,37	12,14	6,2	91,16	...	114,3
3	76,2	24,89	13,92	6,91	108,84	...	127

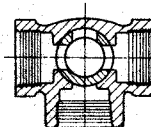




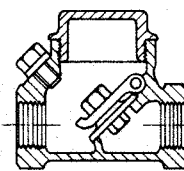
Válvula de retenção, horizontal, de esfera.



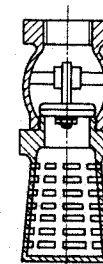
Válvula de retenção, de levantamento, horizontal.



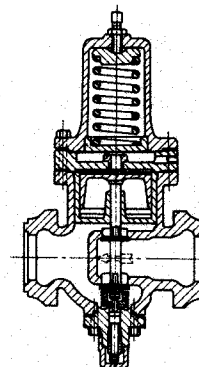
Válvula de macho de 3 vias.



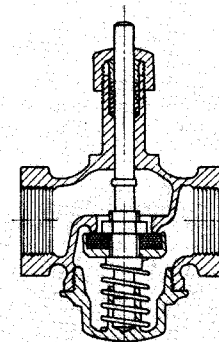
Válvula de retenção, de portinhola.



Válvula de retenção, vertical (de pé).

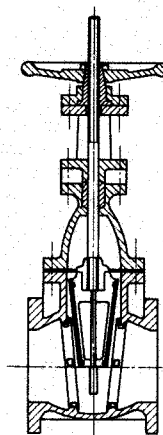
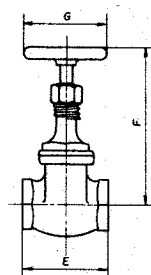
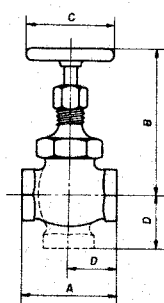


Válvula reguladora de pressão (com piloto).

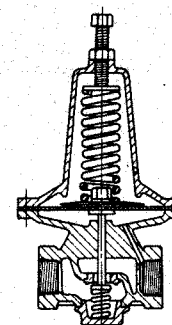


Válvula globo de operação rápida.

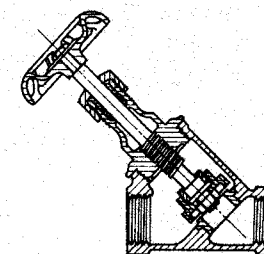
### Válvula globo, globo angular e válvula gaveta



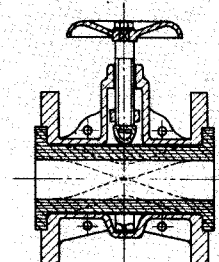
Válvula de gaveta, gaveta em duas partes.



Válvula reguladora de pressão (automática).

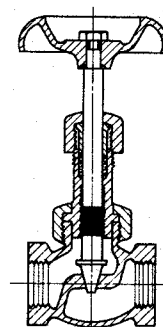


Válvula em y.

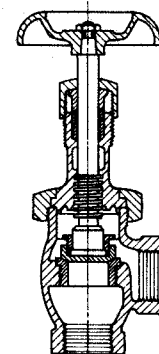


Válvula sem gaveta.

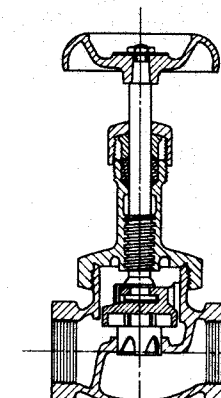
Denominação	A pol	B (aberto) pol	C pol	D pol	E pol	F (aberto) pol	G pol
1/8	2	4	1 3/4	1	...	...	...
1/4	2	4	1 3/4	1	1 7/8	5 1/8	1 3/4
3/8	2 1/4	4 1/2	2	1 1/8	2	5 1/8	1 3/4
1/2	2 3/4	5 1/4	2 1/2	1 1/4	2 1/8	5 1/2	2
3/4	3 3/16	6	2 3/4	1 1/2	2 3/8	6 5/8	2 1/2
1	3 3/4	6 3/4	3	1 3/4	2 7/8	7 7/8	2 3/4
1 1/4	4 1/4	7 1/4	3 5/8	2	3 1/4	9 1/2	3
1 1/2	4 3/4	8 1/4	4	2 1/4	3 1/2	10 7/8	3 5/8
2	5 3/4	9 1/2	4 3/4	2 3/4	3 7/8	13 1/8	4
2 1/2	6 3/4	11	6	3 1/4	4 1/2	15 3/8	4 3/4
3	8	12 1/4	7	3 3/4	5	17 7/8	5 3/8



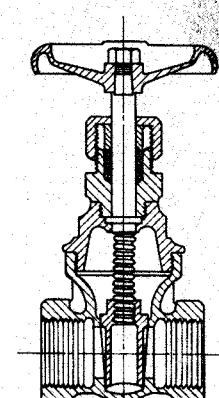
Válvula globo de agulha.



Válvula globo angular, assento e disco postigos.



Válvula globo reta, disco postigo.



Válvula de gaveta, gaveta inteira.

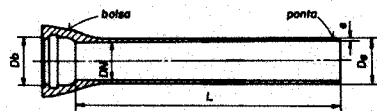
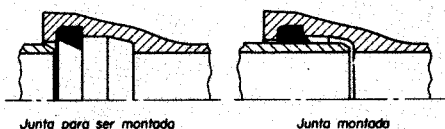
# TUBOS DE FERRO

## TUBO DE FERRO FUNDIDO CINZENTO COM JUNTA ELÁSTICA.

Observações da tabela abaixo:

\* 3 m nas classes Q e R; 6 m nas classes LA, A e B

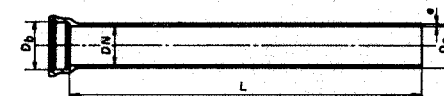
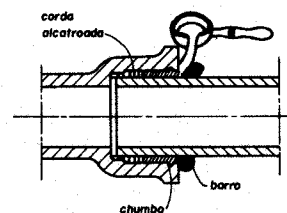
Evitar os diâmetros entre parênteses.



Diâmetros				Comprimento útil L	CLASSE Q		CLASSE R		CLASSE LA		CLASSE A		CLASSE B	
Nominal		Externo	Interno da entrada da bolsa		Espessura	Peso	Espessura	Peso	Espessura	Peso	Espessura	Peso	Espessura	Peso
DN		D <sub>e</sub>	D <sub>b</sub>		e	kg/m	e	kg/m	e	kg/m	e	kg/m	e	kg/m
mm	pol	mm	mm	m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m
50	2	66	72	3	4,3	7,0	5,4	8,5	6,5	10	7,1	11	7,8	12
(60)	2 1/2	77	83	3	4,5	8,5	5,5	10,0	6,7	12	7,3	13	8,0	14
75	3	92	98	*	4,7	11,0	5,8	13,0	6,9	15	7,6	16	8,3	17
100	4	118	124	6	5,0	14,0	6,2	17,0	7,3	20	8,1	22	8,8	23
(125)	5	144	150	6	5,6	19,0	6,8	22,0	7,7	26	8,5	28	9,3	30
150	6	170	176	6	6,0	23,5	7,0	28,0	8,2	32	9,0	35	9,8	38
200	8	222	228	6	6,8	36,5	7,9	41,0	9	47	9,9	51	10,8	55
250	10	274	280	6			8,7	56,0	9,8	63	10,8	69	11,8	75
300	12	326	332	6			9,5	73,0	10,7	82	11,7	89	12,8	96
(350)	14	378	384	6			10,4	92,0	11,5	103	12,6	111	13,8	121
400	16	429	436	6			11,2	113,0	12,3	125	13,6	137	14,8	147
(450)	18	480	487	6			12,0	136,0	13,2	149	14,5	163	15,8	177
500	20	532	539	6			12,9	162,0	14	176	15,4	192	16,8	208
600	24	635	642	6			14,5	218,0	15,7	235	17,2	256	18,8	278

## TUBO DE FERRO FUNDIDO CINZENTO COM JUNTA DE CHUMBO

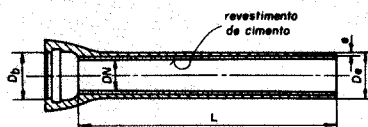
Evitar os diâmetros entre parênteses.



Diâmetros				Profundidade da bolsa	Comprimento útil L	CLASSE LA		CLASSE A		CLASSE B	
Nominal		Externo	Interno da bolsa			Espessura	Peso	Espessura	Peso	Espessura	Peso
DN		D <sub>e</sub>	D <sub>b</sub>			e		e		e	
mm	pol	mm	mm	mm	m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m
50	2	68	80	75	3	6,5	10	7,1	11	7,8	12
(60)	2 1/2	77	92	80	3	6,7	12	7,3	13	8,0	14
75	3	92	107	82	6	6,9	15	7,6	16	8,3	17
100	4	118	133	88	6	7,3	20	8,1	22	8,8	23
(125)	5	144	159	91	6	7,7	26	8,5	28	9,3	30
150	6	170	185	94	6	8,2	32	9	35	9,8	38
200	8	222	238	100	6	9,0	47	9,9	51	10,8	55
250	10	274	291	103	6	9,8	63	10,8	69	11,8	75
300	12	326	343	105	6	10,7	82	11,7	89	12,8	96
(350)	14	378	395	107	6	11,5	103	12,6	111	13,8	121
400	16	429	448	110	6	12,3	125	13,6	137	14,8	147
(450)	18	480	499	112	6	13,2	149	14,5	163	15,8	177
500	20	532	552	115	6	14,0	176	15,4	192	16,8	208
600	24	635	655	120	6	15,7	235	17,2	256	18,8	278

## TUBO DE FERRO FUNDIDO DÚC-TIL DE JUNTA ELÁSTICA

Evitar os diâmetros entre parênteses.



Diâmetros				Comprimento útil	Espessura	Peso	
Nominal		Externo	Interno da entrada da bolsa			sem revestimento de cimento	com revestimento de cimento
DN		D <sub>e</sub>	D <sub>0</sub>			L	e
mm	pol	mm	mm	m	mm	kg/m	kg/m
250	10	274	280	6	6,8	43	49
300	12	326	332	6	7,2	54	61,5
(350)	14	378	384	6	7,7	67	76,5
400	16	429	436	6	8,1	80	91
(450)	18	480	487	6	8,6	96	106,5
500	20	532	539	6	9	111	125
600	24	635	642	6	9,9	147	165

## TUBOS DE FERRO GALVANIZADO

Diâmetro interno		Peso	Espessura da parede	Diâmetro externo	Rosca nº de filetes por pol
pol	mm				
3/8	9,53	0,845	2,31	17,45	19
1/2	12,7	1,287	2,77	21,44	14
3/4	19,0	1,72	2,87	26,97	14
1	25,4	2,569	3,38	34,14	11
1 1/4	31,75	3,46	3,56	42,85	11
1 1/2	38,1	4,12	3,68	48,41	11
2	50,8	5,52	3,91	60,33	11
2 1/2	63,5	7,82	4,37	76,2	11
3	76,2	9,26	4,37	88,9	11
4	101,6	12,4	4,5	114,3	11
5	127	15,63	4,6	139,7	11
6	152,4	18,6	4,55	165,1	11

# TUBOS DE LATÃO

PESO ESPECÍFICO DO LATÃO: 8,43 g/cm<sup>3</sup>

Espessura da parede 0,79 mm (1/32")  
Tolerância na excentricidade ± 0,08 mm

Diâmetro externo		Diâmetro interno		Peso
mm	pol	mm	pol	kg/m
3,18	1/8	1,59	1/16	0,0500
3,97	5/32	2,38	3/32	0,0667
4,76	3/16	3,18	1/8	0,0835
5,56	7/32	3,97	5/32	0,1001
6,35	1/4	4,76	3/16	0,1168
7,14	9/32	5,56	7/32	0,1336
7,94	5/16	6,35	1/4	0,1502
8,53	3/8	7,94	5/16	0,1637
11,11	7/16	9,53	3/8	0,2169
12,70	1/2	11,11	7/16	0,2503
14,29	9/16	12,70	1/2	0,2836
15,88	5/8	14,29	9/16	0,3170
17,46	11/16	15,88	5/8	0,3504
19,05	3/4	17,46	11/16	0,3838
20,64	13/16	19,05	3/4	0,4171
22,23	7/8	20,64	13/16	0,4505
23,81	15/16	22,23	7/8	0,4839
25,40	1	23,81	15/16	0,5173
26,99	1 1/16	25,40	1	0,5506
28,58	1 1/8	26,99	1 1/16	0,5840
30,16	1 3/16	28,58	1 1/8	0,6174
31,75	1 1/4	30,16	1 3/16	0,6507
33,34	1 5/16	31,75	1 1/4	0,6841
34,93	1 3/8	33,34	1 5/16	0,7174
36,51	1 7/16	34,93	1 3/8	0,7509
38,10	1 1/2	36,51	1 7/16	0,7842
41,28	1 5/8	38,10	1 1/2	0,8509
44,45	1 3/4	41,28	1 5/8	0,9177
47,63	1 7/8	44,45	1 3/4	0,9844
50,80	2	47,63	1 7/8	1,0512
53,98	2 1/8	50,80	2	1,1180
57,15	2 1/4	53,98	2 1/8	1,1848
60,33	2 3/8	57,15	2 1/4	1,2516
63,50	2 1/2	60,33	2 3/8	1,3184
66,68	2 5/8	63,50	2 1/2	1,3852
69,85	2 3/4	66,68	2 5/8	1,4520
73,03	2 7/8	69,85	2 3/4	1,5188
76,20	3	73,03	2 7/8	1,5856
79,38	3 1/8	76,20	3	1,6524
82,55	3 1/4	79,38	3 1/8	1,7192
85,73	3 3/8	82,55	3 1/4	1,7860
88,90	3 1/2	85,73	3 3/8	1,8528
92,08	3 5/8	88,90	3 1/2	1,9196
95,25	3 3/4	92,08	3 5/8	1,9864
98,43	3 7/8	95,25	3 3/4	2,0532
101,60	4	98,43	3 7/8	2,1200
104,78	4 1/8	101,60	4	2,1868
107,95	4 1/4	104,78	4 1/8	2,2536
111,13	4 3/8	107,95	4 1/4	2,3204
114,30	4 1/2	111,13	4 3/8	2,3872
117,48	4 5/8	114,30	4 1/2	2,4540
120,65	4 3/4	117,48	4 5/8	2,5208
123,83	4 7/8	120,65	4 3/4	2,5876
127,00	5	123,83	4 7/8	2,6544

Espessura da parede 1,00 mm  
Tolerância na excentricidade ± 0,10 mm

Diâmetro externo		Diâmetro interno		Peso
mm	pol	mm	pol	kg/m
3,18	1/8	1,18	—	0,0577
3,97	5/32	1,97	—	0,0786
4,76	3/16	2,76	—	0,0996
5,56	7/32	3,56	—	0,1208
6,35	1/4	4,35	—	0,1417
7,14	9/32	5,14	—	0,1626
7,94	5/16	5,94	—	0,1838
8,53	3/8	7,53	—	0,2259
11,11	7/16	9,11	—	0,2678
12,70	1/2	10,70	—	0,3098
14,29	9/16	12,29	—	0,3520
15,88	5/8	13,88	—	0,3940
17,46	11/16	15,46	—	0,4359
19,05	3/4	17,05	—	0,4780
20,64	13/16	18,64	—	0,5202
22,23	7/8	20,23	—	0,5622
23,81	15/16	21,81	—	0,6041
25,40	1	23,40	—	0,6462
26,99	1 1/16	24,99	—	0,6883
28,58	1 1/8	26,58	—	0,7304
30,16	1 3/16	28,16	—	0,7723
31,75	1 1/4	29,75	—	0,8143
33,34	1 5/16	31,34	—	0,8565
34,93	1 3/8	32,93	—	0,8985
36,51	1 7/16	34,51	—	0,9404
38,10	1 1/2	36,10	—	0,9825
41,28	1 5/8	39,28	—	1,0667
44,45	1 3/4	42,45	—	1,1507
47,63	1 7/8	45,63	—	1,2349
50,80	2	48,80	—	1,3188
53,98	2 1/8	51,98	—	1,4031
57,15	2 1/4	55,15	—	1,4870
60,33	2 3/8	58,33	—	1,5712
63,50	2 1/2	61,50	—	1,6552
66,68	2 5/8	64,68	—	1,7392
69,85	2 3/4	67,85	—	1,8232
73,03	2 7/8	71,03	—	1,9072
76,20	3	74,20	—	1,9912
79,38	3 1/8	77,38	—	2,0752
82,55	3 1/4	80,55	—	2,1592
85,73	3 3/8	83,73	—	2,2432
88,90	3 1/2	86,90	—	2,3272
92,08	3 5/8	90,08	—	2,4112
95,25	3 3/4	93,25	—	2,4952
98,43	3 7/8	96,43	—	2,5792
101,60	4	99,60	—	2,6632
104,78	4 1/8	102,78	—	2,7472
107,95	4 1/4	105,95	—	2,8312
111,13	4 3/8	109,13	—	2,9152
114,30	4 1/2	112,30	—	3,0000
117,48	4 5/8	115,48	—	3,0840
120,65	4 3/4	118,65	—	3,1680
123,83	4 7/8	121,83	—	3,2520
127,00	5	125,00	—	3,3360

Espessura da parede 1,58 mm (1/16")  
Tolerância na excentricidade ± 0,16 mm

Diâmetro externo		Diâmetro interno		Peso
mm	pol	mm	pol	kg/m
4,76	3/16	1,59	1/16	0,1335
5,56	7/32	2,38	3/32	0,1668
6,35	1/4	3,18	1/8	0,2002
7,14	9/32	3,97	5/32	0,2336
7,94	5/16	4,76	3/16	0,2670
8,53	3/8	5,56	1/4	0,3337
11,11	7/16	7,94	5/16	0,4005
12,70	1/2	9,53	3/8	0,4672
14,29	9/16	11,11	7/16	0,5340
15,88	5/8	12,70	1/2	0,6007
17,46	11/16	14,29	9/16	0,6674
19,05	3/4	15,88	5/8	0,7342
20,64	13/16	17,46	11/16	0,8009
22,23	7/8	19,05	3/4	0,8677
23,81	15/16	20,64	13/16	0,9343
25,40	1	22,23	7/8	1,0012
26,99	1 1/16	23,81	15/16	1,0679
28,58	1 1/8	25,40	1	1,1347
30,16	1 3/16	26,99	1 1/16	1,2014
31,75	1 1/4	28,58	1 1/8	1,2681
33,34	1 5/16	30,16	1 3/16	1,3348
34,93	1 3/8	31,75	1 1/4	1,4017
36,51	1 7/16	33,34	1 5/16	1,4683
38,10	1 1/2	34,93	1 3/8	1,5350
41,28	1 5/8	38,10	1 1/2	1,6685
44,45	1 3/4	41,28	1 5/8	1,8020
47,63	1 7/8	44,45	1 3/4	1,9355
50,80	2	47,63	1 7/8	2,0690
53,98	2 1/8	50,80	2	2,2025
57,15	2 1/4	53,98	2 1/8	2,3360
60,33	2 3/8	57,15	2 1/4	2,4695
63,50	2 1/2	60,33	2 3/8	2,6030
66,68	2 5/8	63,50	2 1/2	2,7365
69,85	2 3/4	66,68	2 5/8	2,8700
73,03	2 7/8	69,85	2 3/4	3,0034
76,20	3	73,03	2 7/8	3,1369
79,38	3 1/8	76,20	3	3,2704
82,55	3 1/4	79,38	3 1/8	3,4039
85,73	3 3/8	82,55	3 1/4	3,5374
88,90	3 1/2	85,73	3 3/8	3,6709
92,08	3 5/8	88,90	3 1/2	3,8044
95,25	3 3/4	92,08	3 5/8	3,9379
98,43	3 7/8	95,25	3 3/4	4,0714
101,60	4	98,43	3 7/8	4,2049
104,78	4 1/8	101,60	4	4,3384
107,95	4 1/4	104,78	4 1/8	4,4719
111,13	4 3/8	107,95	4 1/4	4,6054
114,30	4 1/2	111,13	4 3/8	4,7389
117,48	4 5/8	114,30	4 1/2	4,8724
120,65	4 3/4	117,48	4 5/8	5,0059
123,83	4 7/8	120,65	4 3/4	5,1394
127,00	5	123,83	4 7/8	5,2729

Espessura da parede 2,38 mm (3/32")  
Tolerância na excentricidade ± 0,24 mm

Diâmetro externo		Diâmetro interno		Peso
mm	pol	mm	pol	kg/m
8,53	3/8	4,76	3/16	0,4506
11,11	7/16	6,35	1/4	0,5506
12,70	1/2	7,94	5/16	0,6507
14,29	9/16	9,53	3/8	0,7518
15,88	5/8	11,11	7/16	0,8509
17,46	11/16	12,70	1/2	0,9511
19,05	3/4	14,29	9/16	1,0512
20,64	13/16	15,88	5/8	1,1513
22,23	7/8	17,46	11/16	1,2514
23,81	15/16	19,05	3/4	1,3516
25,40	1	20,64	13/16	1,4518
26,99	1 1/16	22,23	7/8	1,5518
28,58	1 1/8	23,81	15/16	1,6519
30,16	1 3/16	25,40	1	1,7520
31,75	1 1/4	26,99	1 1/16	1,8521
33,34	1 5/16	28,58	1 1/8	1,9522
34,93	1 3/8	30,16	1 3/16	2,0791
36,51	1 7/16	31,75	1 1/4	2,1626
38,10	1 1/2	33,34	1 5/16	2,2526
41,28	1 5/8	36,51	1 7/16	2,4528
44,45	1 3/4	39,69	1 9/16	2,6531
47,63	1 7/8	42,86	1 11/16	2,8533
50,80	2	46,04	1 13/16	3,0534
53,98	2 1/8	49,21	1 15/16	3,2537
57,15	2 1/4	52,39	2 1/16	3,4539
60,33	2 3/8	55,56	2 3/16	3,6541
63,50	2 1/2	58,74	2 5/16	3,8544
66,68	2 5/8	61,91	2 7/16	4,0546
69,85	2 3/4	65,09	2 9/16	4,2548
73,03	2 7/8	68,26	2 11/16	4,4551
76,20	3	71,44	2 13/16	4,6553
79,38	3 1/8	74,61	2 15/16	4,8556
82,55	3 1/4	77,79	3 1/16	5,0558
85,73	3 3/8	80,96	3 3/16	5,2560
88,90	3 1/2	84,14	3 5/16	5,4562
92,08	3 5/8	87,31	3 7/16	5,6564
95,25	3 3/4	90,49	3 9/16	5,8566
98,43	3 7/8	93,66	3 11/16	6,0569
101,60	4	96,84	3 13/16	6,2571
104,78	4 1/8	100,01	4	6,4573
107,95	4 1/4	103,19	4 1/8	6,6576
111,13	4 3/8	106,37	4 1/4	6,8578
114,30	4 1/2	109,55	4 3/8	7,0581
117,48	4 5/8	112,73	4 1/2	7,2583
120,65	4 3/4	115,91	4 5/8	7,4586
123,83	4 7/8	119,09	4 3/4	7,6588
127,00	5	122,27	4 7/8	7,8591

Espessura da parede 3,17 mm (1/8")  
Tolerância na excentricidade ± 0,32 mm

Diámetro externo		Diámetro interno		Peso
mm	pol	mm	pol	kg/m
11,11	7/16	4,76	3/16	0,6675
12,70	1/2	6,35	1/4	0,8009
14,29	9/16	7,94	5/16	0,9344
15,88	5/8	9,53	3/8	1,0678
17,46	11/16	11,53	7/16	1,2014
19,05	3/4	12,70	1/2	1,3348
20,64	13/16	14,29	9/16	1,4683
22,23	7/8	15,88	5/8	1,6018
23,81	15/16	17,46	11/16	1,7353
25,40	1	19,05	3/4	1,8688
26,99	1 1/16	20,64	13/16	2,0023
28,58	1 1/8	22,23	7/8	2,1358
30,16	1 3/16	23,81	15/16	2,2692
31,75	1 1/4	25,40	1	2,4027
33,34	1 5/16	26,99	1 1/16	2,5362
34,93	1 3/8	28,58	1 1/8	2,6697
36,51	1 7/16	30,16	1 3/16	2,8032
38,10	1 1/2	31,75	1 1/4	2,9367
41,28	1 5/8	34,93	1 3/8	3,2037
44,45	1 3/4	38,10	1 1/2	3,4707
47,63	1 7/8	41,28	1 5/8	3,7375
50,80	2	44,45	1 3/4	4,0046
53,98	2 1/8	47,63	1 7/8	4,2715
57,15	2 1/4	50,80	2	4,5385
60,33	2 3/8	53,98	2 1/8	4,8055
63,50	2 1/2	57,15	2 1/4	5,0725
66,68	2 5/8	60,33	2 3/8	5,3394
69,85	2 3/4	63,50	2 1/2	5,6064
73,03	2 7/8	66,68	2 5/8	5,8734
76,20	3	69,85	2 3/4	6,1404
79,38	3 1/8	73,03	2 7/8	6,4073
82,55	3 1/4	76,20	3	6,6743
85,73	3 3/8	79,38	3 1/8	6,9413
88,90	3 1/2	82,55	3 1/4	7,2082
92,08	3 5/8	85,73	3 3/8	7,4752
95,25	3 3/4	88,90	3 1/2	7,7422
98,43	3 7/8	92,08	3 5/8	8,0092
101,60	4	95,25	3 3/4	8,2761
107,95	4 1/4	101,60	4	8,8101
114,30	4 1/2	107,95	4 1/4	9,3440
120,65	4 3/4	114,30	4 1/2	9,8780
127,00	5	120,65	4 3/4	10,4119

## TUBOS DE COBRE

PESO ESPECÍFICO DO COBRE :  $8,94 \text{ g/cm}^3$

Espessura da parede 0,79 mm (1/32")  
 Tolerância na excentricidade  $\pm 0,08$  mm

Espessura da parede 1,00 mm  
 Tolerância na excentricidade  $\pm 0,10$  mm

Espessura da parede 1,59 mm (1/16")  
 Tolerância na excentricidade  $\pm 0,16$  mm

Espessura da parede 2,38 mm (3/32")  
 Tolerância na excentricidade  $\pm 0,24$  mm

Espessura da parede 3,18 mm (1/8")  
 Tolerância na excentricidade  $\pm 0,32$  mm

Diâmetro externo		Diâmetro interno		Peso	Diâmetro externo		Diâmetro interno		Peso	Diâmetro externo		Diâmetro interno		Peso	Diâmetro externo		Diâmetro interno		Peso
mm	pol.	mm	pol.	kg/m	mm	pol.	mm	pol.	kg/m	mm	pol.	mm	pol.	kg/m	mm	pol.	mm	pol.	kg/m
3,18	1/8	1,59	1/16	0,0531	3,18	1/8	1,18	—	0,0612	4,76	3/16	1,59	1/16	0,1416	9,53	3/8	4,76	3/16	0,4778
3,97	5/32	2,38	3/16	0,0708	3,97	5/32	1,97	—	0,0834	5,56	7/32	2,38	3/32	0,1770	11,11	7/16	6,35	1/4	0,5839
4,76	3/16	3,18	1/8	0,0885	4,76	3/16	2,76	—	0,1056	6,35	1/4	3,18	1/8	0,2123	12,70	1/2	7,94	5/16	0,6901
5,56	7/32	3,97	5/32	0,1062	5,56	7/32	3,56	—	0,1281	7,14	9/32	3,97	3/32	0,2477	14,29	9/16	9,53	3/8	0,7972
6,35	1/4	4,76	3/16	0,1239	6,35	1/4	4,35	—	0,1503	7,94	5/16	4,76	3/16	0,2831	15,88	5/8	11,11	7/16	0,9025
7,14	9/32	5,56	7/32	0,1416	7,14	9/32	5,14	—	0,1724	9,53	3/8	6,35	1/4	0,3539	17,46	11/16	12,70	1/2	1,0086
7,94	5/16	6,35	1/4	0,1593	7,94	5/16	5,94	—	0,1949	11,11	7/16	7,94	5/16	0,4247	19,05	3/4	14,29	9/16	1,1148
9,53	3/8	7,94	5/16	0,1946	9,53	3/8	7,53	—	0,2396	12,70	1/2	9,53	3/8	0,4955	20,64	13/16	15,88	5/8	1,2210
11,11	7/16	9,53	3/8	0,2300	11,11	7/16	9,11	—	0,2839	14,29	9/16	11,11	7/16	0,5663	22,23	7/8	17,46	11/16	1,3271
12,70	1/2	11,11	7/16	0,2654	12,70	1/2	10,70	—	0,3286	15,88	5/8	12,70	1/2	0,6370	23,81	15/16	19,05	3/4	1,4333
14,29	9/16	12,70	1/2	0,3008	14,29	9/16	12,29	—	0,3733	17,46	11/16	14,29	9/16	0,7078	25,40	1	20,64	13/16	1,5395
15,88	5/8	14,29	9/16	0,3362	15,88	5/8	13,88	—	0,4179	19,05	3/4	15,88	5/8	0,7786	26,99	1 1/16	22,23	7/8	1,6457
17,46	11/16	15,88	5/8	0,3716	17,46	11/16	15,46	—	0,4623	20,64	13/16	17,46	11/16	0,8494	28,58	1 1/8	23,81	15/16	1,7518
19,05	3/4	17,46	11/16	0,4070	19,05	3/4	17,05	—	0,5069	22,23	7/8	19,05	3/4	0,9202	30,16	1 3/16	25,40	1	1,8580
20,64	13/16	19,05	3/4	0,4424	20,64	13/16	18,64	—	0,5516	23,81	15/16	20,64	13/16	0,9909	31,75	1 1/4	26,99	1 1/16	1,9642
22,23	7/8	20,64	13/16	0,4778	22,23	7/8	20,23	—	0,5963	25,40	1	22,23	7/8	1,0617	33,34	1 5/16	28,58	1 1/8	2,0703
23,81	15/16	22,23	7/8	0,5132	23,81	15/16	21,81	—	0,6406	26,99	1 1/16	23,81	15/16	1,1325	34,93	1 3/8	30,16	1 3/16	2,1765
25,40	1	23,81	15/16	0,5486	25,40	1	23,40	—	0,6853	28,58	1 1/8	25,40	1	1,2033	36,51	1 7/16	31,75	1 1/4	2,2827
26,99	1 1/16	25,40	1	0,5839	26,99	1 1/16	24,99	—	0,7300	30,16	1 3/16	26,99	1 1/16	1,2741	38,10	1 1/2	33,34	1 5/16	2,3989
28,58	1 1/8	26,99	1 1/16	0,6193	28,58	1 1/8	26,58	—	0,7746	31,75	1 1/4	28,58	1 1/8	1,3448	41,28	1 5/8	36,51	1 7/16	2,6012
30,16	1 3/16	28,58	1 1/8	0,6547	30,16	1 3/16	28,16	—	0,8190	33,34	1 5/16	30,16	1 3/16	1,4156	44,45	1 3/4	39,69	1 9/16	2,8135
31,75	1 1/4	30,16	1 3/16	0,6901	31,75	1 1/4	29,75	—	0,8636	34,93	1 3/8	31,75	1 1/4	1,4864	47,63	1 7/8	42,86	1 11/16	3,0259
33,34	1 5/16	31,75	1 1/4	0,7255	33,34	1 5/16	31,34	—	0,9083	36,51	1 7/16	33,34	1 5/16	1,5572	50,80	2	46,04	1 13/16	3,2362
34,93	1 3/8	33,34	1 5/16	0,7609	34,93	1 3/8	32,93	—	0,9530	38,10	1 1/2	34,93	1 3/8	1,6280	53,98	2 1/8	49,21	1 15/16	3,4506
36,51	1 7/16	34,93	1 3/8	0,7963	36,51	1 7/16	34,51	—	0,9973	41,28	1 5/8	38,10	1 1/2	1,7895	57,15	2 1/4	52,39	2 1/16	3,6629
38,10	1 1/2	36,51	1 7/16	0,8317	38,10	1 1/2	36,10	—	1,0420	44,45	1 3/4	41,28	1 5/8	1,9111	60,33	2 3/8	55,56	2 3/16	3,8753
41,28	1 5/8	38,10	1 5/8	0,9025	41,28	1 5/8	39,28	—	1,1313	47,63	1 7/8	44,45	1 3/4	2,0528	63,50	2 1/2	58,74	2 5/16	4,0876
44,45	1 3/4	42,86	1 11/16	0,9732	44,45	1 3/4	42,45	—	1,2203	50,80	2	47,63	1 7/8	2,1842	66,68	2 5/8	61,91	2 7/16	4,2999
47,63	1 7/8	46,04	1 13/16	1,0440	47,63	1 7/8	45,63	—	1,3096	53,98	2 1/8	50,80	2	2,3358	69,85	2 3/4	65,09	2 9/16	4,5123
50,80	2	49,21	1 15/16	1,1148	50,80	2	49,80	—	1,3987	57,15	2 1/4	53,98	2 1/8	2,4773	73,03	2 7/8	68,26	2 11/16	4,7246
—	—	—	—	—	53,98	2 1/8	51,98	—	1,4880	60,33	2 3/8	57,15	2 1/4	2,6189	76,20	3	71,44	2 13/16	4,9370
—	—	—	—	—	57,15	2 1/4	55,15	—	1,5770	63,50	2 1/2	60,33	2 3/8	2,7605	79,38	3 1/8	74,61	2 15/16	5,1463
—	—	—	—	—	60,33	2 3/8	58,33	—	1,6663	66,68	2 5/8	63,50	2 1/2	2,9020	82,55	3 1/4	77,79	3 1/16	5,3617
—	—	—	—	—	63,50	2 1/2	61,50	—	1,7554	69,85	2 3/4	66,68	2 5/8	3,0436	85,73	3 3/8	80,96	3 1/8	5,5740
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	73,03	2 7/8	69,85	2 3/4	3,1851	88,90	3 1/2	84,14	3 5/16	5,7863
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	76,20	3	73,03	2 7/8	3,3267	92,08	3 5/8	87,31	3 7/16	5,9987
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	95,25	3 3/4	90,49	3 9/16	6,2110
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98,43	3 7/8	93,66	3 11/16	6,4234
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	101,60	4	96,84	3 13/16	6,6357
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—									

Tolerância na excentricidade  $\pm 0.32$  mm

- 4-73 -

# TUBOS DE CHUMBO

A resistência à tração do chumbo é 2240 lb/sq. in. (157,47 kg/cm<sup>2</sup>)

O fator de segurança para o cálculo da pressão admissível é 5.

Diâmetro interno	Espessura da parede	Peso	Pressão de segurança	
			Chumbo doce	Chumbo duro
mm	mm	kg/m	atm	atm
6	1,5	0,4	12	25
6	2	0,6	16	32
6	2,5	0,8	20	40
6	3	1	25	50
8	1,5	0,5	9	18
8	2	0,8	12	24
8	2,5	0,9	15	30
8	3	1,2	19	38
10	1,5	0,6	7	14
10	2	0,9	10	20
10	2,5	1,1	12	24
10	3	1,5	15	30
10	3,5	1,7	17	34
10	4	2	20	40
11	1,5	0,7	7	14
11	2	0,9	9	18
11	2,5	1,2	11	22
11	3	1,5	13	26
11	3,5	1,8	16	32
11	4	2,1	18	36
12	1,5	0,8	6	12
12	2	1	8	16
12	2,5	1,3	10	20
12	3	1,6	12	24
12	3,5	1,9	15	30
12	4	2,3	16	32
12	4,5	2,6	18	36
12	5	3	20	40
13	1,5	0,8	5,5	11
13	2	1,1	7	14
13	2,5	1,4	9	18
13	3	1,7	11	22
13	3,5	2,1	13	26
13	4	2,4	15	30
13	4,5	2,8	17	34
13	5	3,2	19	38
14	1,5	0,9	5,5	11
14	2	1,2	7	14
14	2,5	1,5	9	18
14	3	1,8	10,5	21
14	3,5	2,2	12,5	25
14	4	2,6	14	28
14	4,5	3	15	30
14	5	3,5	17,5	35
15	1,5	0,9	5	10
15	2	1,2	6	12
15	2,5	1,6	8	16
15	3	1,9	10	20
15	3,5	2,3	12	24
15	4	2,7	13	26
15	4,5	3,1	15	30
15	5	3,6	16	32
16	1,5	1	4,5	9
16	2	1,4	6	12
16	2,5	1,7	8	16
16	3	2,2	9	18
16	3,5	2,5	11	22
16	4	3	12	24
16	4,5	3,4	14	28
16	5	3,9	15	30

Diâmetro interno	Espessura da parede	Peso	Pressão de segurança	
			Chumbo doce	Chumbo duro
mm	mm	kg/m	atm	atm
17	1,5	1	4	8
17	2	1,4	7	14
17	2,5	1,7	7,5	15
17	3	2,2	9	18
17	3,5	2,5	10	20
17	4	3	11	22
17	4,5	3,4	13	26
17	5	3,9	14	28
18	1,5	1,1	4	8
18	2	1,4	5,5	11
18	2,5	1,8	7	14
18	3	2,3	8	16
18	3,5	2,7	9	18
18	4	3,1	11	22
18	4,5	3,6	12	24
18	5	4,1	14	28
18	5,5	4,6	15	30
18	6	5,1	17	34
20	1,5	1,2	3,5	7
20	2	1,6	5	10
20	2,5	2	6	12
20	3	2,4	7	14
20	3,5	2,9	8	16
20	4	3,4	10	20
20	4,5	3,9	11	22
20	5	4,5	12	24
20	5,5	5	13	26
20	6	5,6	14	28
20	8	8	16	32
22	1,5	1,3	3	6
22	2	1,7	4,5	9
22	2,5	2,2	5	10
22	3	2,7	7	14
22	3,5	3,2	8	16
22	4	3,7	9	18
22	4,5	4,2	10	20
22	5	4,8	11	22
22	5,5	5,4	12	24
22	6	6	13	26
24	1,5	1,4	3	6
24	2	1,9	4	8
24	2,5	2,4	5	10
24	3	3	6	12
24	3,5	3,5	7	14
24	4	4	8	16
24	4,5	4,6	9	18
24	5	5,2	10	20
24	5,5	5,8	11	22
24	6	6,4	12	24
24	7	7,8	14,5	29
24	8	9,2	16	32
25	1,5	1,4	3	6
25	2	1,9	4	8
25	2,5	2,5	5	10
25	3	3	6	12
25	3,5	3,6	7	14
25	4	4,1	8	16
25	4,5	4,7	9	18
25	5	5,4	10	20
25	5,5	6	11	22

Diâmetro interno	Espessura da parede	Peso	Pressão de segurança	
			Chumbo doce	Chumbo duro
mm	mm	kg/m	atm	atm
25	6	6,6	12	24
25	7	8,0	14	28
25	8	9,5	16	32
28	1,5	1,6	2,5	5
28	2	2,1	3,5	7
28	2,5	2,7	4	8
28	3	3,3	5	10
28	3,5	3,9	6	12
28	4	4,5	7	14
28	4,5	5,2	8	16
28	5	5,9	9	18
28	5,5	6,6	9,5	19
28	6	7,2	10	20
30	1,5	1,7	2,5	5
30	2	2,3	3,25	6,5
30	2,5	2,9	4	8
30	3	3,6	5	10
30	3,5	4,2	6	11,5
30	4	4,9	6,5	13
30	4,5	5,5	7,5	15
30	5	6,3	8	16
30	5,5	7,0	9	18
30	6	7,7	10	20
30	6,5	8,4	11	22
35	1,5	2	2	4
35	2	2,7	2,75	5,5
35	2,5	3,4	3,5	7
35	3	4,1	4	8
35	3,5	4,8	5	10
35	4	5,6	5,5	11
35	4,5	6,3	6	12
35	5	7,2	7	14
35	5,5	8	8	16
35	6	8,8	8,5	17
35	7	10,5	10	20
35	7,5	11,0	10,5	21
35	8	12,3	11	22
40	1,5	2,2	1,75	3,5
40	2	3	2,5	5
40	2,5	3,8	3	6
40	3	4,6	3,5	7
40	3,5	5,4	4	8
40	4	6,3	5	10
40	4,5	7,1	5,5	11
40	5	8	6	12
40	5,5	8,9	7	14
40	6	9,8	7,5	15
45	1,5	2,5	....	3
45	2	3,4	....	4
45	2,5	4,3	....	5
45	3	5,2	....	6
45	3,5	6,1	3,75	7,5
45	4	7	4,25	8,5
45	4,5	7,9	5	10
45	5	8,9	5,5	11
45	5,5	9,9	6	12
45	6	11,0	7	14
45	7	13	7,75	15,5
50	1,5	2,8	....	3
50	2	3,7	....	4

Diâmetro interno	Espessura da parede	Peso	Pressão de segurança	
			Chumbo doce	Chumbo duro
mm	mm	kg/m	atm	atm
50	2,5	4,7	....	5
50	3	5,7	3,5	6
50	3,5	6,7	4	7
50	4	7,7	4,5	8
50	4,5	8,7	4,5	9
50	5	9,8	5	10
50	5,5	10,9	5,5	11
50	6	12	6	12
50	6,5	13,1	6,5	13
50	7	14,2	7	14
50	7,5	15,1	7,5	15
50	8	16	8	16
50	10	19,6	10	20
60	2,5	5,6	....	3,5
60	3	6,7	....	5
60	3,5	7,9	....	5,5
60	4	9,1	3,25	6,5
60	4,5	10,3	3,5	7
60	5	11,6	4	8
60	5,5	12,8	4,5	9
60	6	15,4	5	10
60	7,5	18	6	12
60	8	19,4	6,5	13
60	8,5	20,8	7	14
60	9	22,1	7,5	15
60	9,5	23,5	8	16
60	10	24,9	8,25	16,5
70	3,5	9,2	....	5
70	4	10,6	2,75	5,5
70	4,5	11,9	3	6
70	5	13,4	3,5	7
70	5,5	14,7	3,75	7,5
70	6	16,2	4	8
70	6,5	17,7	4,5	8,5
70	7,5	20,7	5	10
70	9	25,3	6	12
80	3	8,8	....	3
80	4	12	2,5	5
80	5	15,1	3	6
80	7	21,8	4	8
80	8	25,2	5	10
80	9,5	30,3	5,5	11
90	4,5	15,1	2,5	5
90	5,5	18,8	3	6
90	6,5	23,5	3,5	7
90	8	27,9	4	8
90	9	32	4,5	9
90	9,5	33,6	5	10
90	10,5	37,9	5,5	11
90	11,5	41,5	6	12
100	3,5	12,8	....	3,5
100	4	14,8	2	4
100	4,5	16,7	2,25	4,5
100	5	18,8	2,5	5
100	5,5	20,7	2,75	5,5
100	6	24,6	3,25	6,5
100	7	28	3,5	7
100	7,5	29	3,75	7,5
100	9	35	4,5	9
100	9,5	37	4,75	9,5

Diâmetro interno	Diâmetro externo	Espessura da parede	Peso	Pressão de rup.	Pressão adm.
			lb. oz. por pç.		
pol	pol	pol		lb/sq. in.	lb/sq. in.
3/8	0,74	0,183	1 12	2150	430
3/8	0,72	0,173	1 8	2000	400
3/8	0,66	0,143	1 4	1650	330
3/8	0,63	0,128	1 0	1500	300
3/8	0,58	0,103	0 12	1250	250
3/8	0,55	0,088	0 10	1050	210
3/8	0,51	0,068	0 7	800	160
7/16	0,66	0,111	1 0	1165	230
7/16	0,63	0,096	0 13	1000	200
1/2	1,01	0,255	3 0	2000	400
1/2	0,87	0,185	2 0	1800	320
1/2	0,84	0,170	1 12	1500	300
1/2	0,78	0,130	1 4	1150	230
1/2	0,71	0,105	1 0	900	180
1/2	0,67	0,085	0 12	700	140
1/2	0,63	0,065	0 9	550	110
5/8	1,13	0,253	3 8	1700	340
5/8	1,06	0,213	2 12	1500	300
5/8	1,02	0,198	2 8	1300	260
5/8	0,96	0,167	2 0	1150	230
5/8	0,88	0,128	1 8	900	180
5/8	0,80	0,088	1 0	600	120
5/8	0,77	0,073	0 12	500	100
3/4	1,31	0,280	4 12	1900	380
3/4	1,21	0,230	3 8	1400	280
3/4	1,16	0,205	3 0	1150	230
3/4	1,07	0,160	2 4	950	190
3/4	1,01	0,130	1 12	750	150
3/4	0,94	0,095	1 4	550	110
3/4	0,91	0,080	1 0	450	90
1	1,59	0,295	6 0	1300	260
1	1,51	0,255	4 12	1100	220
1	1,42	0,210	4 0	900	180
1	1,36	0,180	3 4	775	155
1	1,28	0,140	2 8	600	120
1	1,23	0,115	2 0	500	100
1	1,17	0,085	1 8	400	80
1 1/4	1,82	0,285	6 12	1000	200
1 1/4	1,76	0,250	5 12	900	180
1 1/4	1,67	0,210	4 12	750	150
1 1/4	1,59	0,170	3 12	600	120
1 1/4	1,52	0,135	3 0	475	95
1 1/4	1,50	0,125	2 8	450	90
1 1/4	1,45	0,100	2 0	350	70
1 1/2	2,11	0,305	8 8	800	160
1 1/2	2,04	0,270	7 8	800	160
1 1/2	1,96	0,230	6 8	700	140
1 1/2	1,88	0,190	5 0	550	110
1 1/2	1,82	0,160	4 4	475	95
1 1/2	1,78	0,140	3 8	400	80
1 1/2	1,75	0,125	3 0	350	70
1 3/4	2,42	0,335	10 0	850	170
1 3/4	2,26	0,255	8 8	650	130
1 3/4	2,21	0,220	7 0	600	120
1 3/4	2,15	0,200	6 0	500	100
1 3/4	2,09	0,170	5 0	450	90
1 3/4	2,03	0,140	4 0	375	75
2	2,59	0,295	11 12	650	130
2	2,51	0,255	9 0	550	110
2	2,45	0,225	8 0	500	100
2	2,41	0,205	7 0	450	90
2	2,37	0,185	6 0	375	75
2	2,26	0,130	4 12	275	55

# TUBOS DE PVC (JUNTA SOLDADA)

São fornecidos em barras de 6 m de comprimento.

Pressão de serviço: 6 kg/cm<sup>2</sup>.

Esses tubos são indicados para instalações prediais de água fria.



Ponta e bolsa

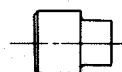


Ponta lisa

Diâmetro nominal	Referência	Espessura	Peso
mm	pol	mm	kg/m
20	1/2	1,2	0,110
25	3/4	1,2	0,140
32	1	1,5	0,230
40	1 1/4	1,8	0,340
50	1 1/2	2,3	0,520

## REDUÇÕES

### Redução



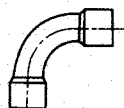
### Bucha de redução



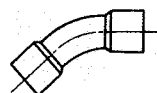
	Diâmetro nominal	Referência	Peso
	mm	pol	kg
Redução	20x14	1/2x5/16	0,005
	25x16	3/4x3/8	0,008
	32x20	1x1/2	0,014
	40x20	1 1/4x1/2	0,025
	40x25	1 1/4x3/4	0,028
	50x25	1 1/2x3/4	0,045
	50x32	1 1/2x1	0,052
Bucha de redução	20x16	1/2x3/8	0,005
	25x20	3/4x1/2	0,008
	32x25	1x3/4	0,016
	40x32	1 1/4x1	0,020
	50x40	1 1/2x1 1/4	0,032

## CONEXÕES

### Curva 90°



### Curva 45°



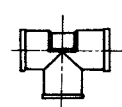
### Cotovelo 45°



### Cotovelo 90° com ou sem redução



### TEE com ou sem redução



	Diâmetro nominal	Referência	Peso
	mm	pol	kg
Curva 90°	20	1/2	0,025
	25	3/4	0,040
	32	1	0,070
	40	1 1/4	0,112
	50	1 1/2	0,240
Curva 45°	20	1/2	0,012
	25	3/4	0,020
	32	1	0,040
	40	1 1/4	0,077
	50	1 1/2	0,160
Cotovelo 45°	20	1/2	0,018
	25	3/4	0,027
	32	1	0,045
	40	1 1/4	0,085
	50	1 1/2	0,120
Cotovelo 90° com ou sem redução	20	1/2	0,018
	25	3/4	0,027
	25x20	3/4 x 1/2	0,035
	32	1	0,045
	32x25	1 x 3/4	0,065
	40	1 1/4	0,085
	50	1 1/2	0,160
TEE com ou sem redução	20	1/2	0,024
	25	3/4	0,037
	25x20	3/4x1/2	0,042
	32	1	0,063
	32x25	1x3/4	0,079
	40	1 1/4	0,105
	50	1 1/2	0,200
	50x25	1 1/2x3/4	0,245

## CONEXÕES

### Pestana



### Luva



### Peça de extremidade



Diâmetro nominal	Referência	Peso
mm	pol	kg
20	1/2	0,025
25	3/4	0,040
32	1	0,075
40	1 1/4	0,110
50	1 1/2	0,175

20	1/2	0,014
25	3/4	0,016
32	1	0,025
40	1 1/4	0,050
50	1 1/2	0,080

20	1/2	0,012
25	3/4	0,022
32	1	0,040
40	1 1/4	0,072
50	1 1/2	0,130

Diâmetro nominal	Referência	Rosca	Peso
mm	pol	pol	kg
20	1/2	1/2	0,010
25	3/4	3/4	0,020
32	1	1	0,031
40	1 1/4	1 1/4	0,055
50	1 1/2	1 1/2	0,090

20	1/2	1/2	0,014
25	3/4	3/4	0,020
32	1	1	0,030
40	1 1/4	1 1/4	0,042
50	1 1/2	1 1/2	0,052

# MANGUEIRAS DE BORRACHA

## TIPO JARDIM VERMELHA

BITOLA	Diâmetro externo mm	Carga de trabalho lb	Carga de ruptura lb	Comp. máximo m
1/2" x 1	22,5	85	340	150

## TIPO ÁGUA - BAIXA PRESSÃO

1 1/4" x 2	42,6	110	550	20,00
1 1/2" x 2	48,9	100	500	20,00
1 3/4" x 2	55,3	85	425	20,00
2" x 2	61,6	75	375	20,00

## TIPO MANGUEIRA ÁGUA - AR

1/2" x 1	20,7	85	340	150
3/4" x 1	27,2	85	340	150
1" x 1	34,1	85	340	100

## TIPO ÁGUA - CORDONEL

1/2" x 2	23,1	250	1250	20,00
5/8" x 2	26,3	220	1100	20,00
3/4" x 3	31,3	220	1100	20,00
1" x 3	37,7	220	1100	20,00
1 1/4" x 4	45,9	220	1100	20,00
1 1/2" x 4	52,2	210	1050	20,00
1 3/4" x 4	58,5	190	950	20,00
2" x 4	64,9	170	850	20,00
2 1/2" x 5	79,4	170	850	20,00
3" x 5	92,1	150	750	20,00

## TIPO ÁGUA - WINGFOOT

1/2" x 1	20,7	200	800	150
3/4" x 1	27,2	175	700	150
1" x 1	34,1	150	600	100

## TIPO AR

1/4" x 1	13,5	150	750	150
5/16" x 1	15,0	150	750	150
3/8" x 1	16,5	150	750	150

## TIPO AR WINGFOOT - C

1/2" x 1	20,7	300	1500	150
5/8" x 1	27,2	300	1500	150
3/4" x 2	30,4	250	1250	150
1" x 2	38,1	250	1250	150

## TIPO AR COMPRIMIDO - C

1/2" x 2	25,9	250	1250	20,00
3/4" x 3	35,7	250	1250	20,00
1" x 3	42,1	230	1150	20,00
1 1/4" x 4	50,2	230	1150	20,00
1 1/2" x 4	56,6	220	1100	20,00
2" x 4	69,3	170	850	20,00
2 1/2" x 5	83,8	170	850	20,00
3" x 5	96,5	150	750	20,00

## TIPO LAVAGEM AUTOS

BITOLA	Diâmetro externo mm	Carga de trabalho lb	Carga de ruptura lb	Comp. máximo m
1/2" x 2	24,2	450	2200	150

## TIPO SOLDA

1/4" x 1	13,5	250	1250	150
5/16" x 1	15,1	250	1250	150
3/8" x 1	16,6	250	1250	150

## TIPO SOLVENTE

1/4" x 1	13,5	250	1250	150
5/16" x 1	15,1	250	1250	150
3/8" x 1	16,6	250	1250	150
1/2" x 1	20,7	250	1250	150

## TIPO JATO DE AREIA

3/4" x 4	43,1	250	1250	20,00
1" x 4	49,5	250	1250	20,00
1 1/4" x 4	55,8	200	1000	20,00
1 1/2" x 4	62,2	175	875	20,00
2" x 4	74,9	159	750	20,00

## PARA VAPOR TIPO "50"

1/2" x 2	24,3	1250	20,00
5/8" x 2	27,5	1100	20,00
3/4" x 3	32,5	1100	20,00
1" x 3	42,1	1100	20,00
1 1/4" x 4	50,2	1100	20,00
1 1/2" x 4	56,6	1050	20,00
1 3/4" x 4	62,9	950	20,00
2" x 4	69,3	850	20,00
2 1/2" x 5	83,8	850	20,00
3" x 5	96,5	750	20,00

## PARA VAPOR TIPO "150"

1/2" x 5	29,3	2800	20,00
5/8" x 6	34,8	2800	20,00
3/4" x 7	39,8	2800	20,00
1" x 8	51,2	2600	20,00
1 1/4" x 9	59,3	2400	20,00
1 1/2" x 10	67,5	2300	20,00
1 3/4" x 10	73,8	2200	20,00
2" x 12	83,8	2100	20,00

## SUCÇÃO DE ÁGUA TIPO M.S.B.

BITOLA	Diâmetro externo pol	Punhos pol	Pressão máx. lb	Comp. máximo m
2 1/2" x 4	3 5/16"	3 11/16"	100	20,00
3" x 4	3 15/16"	4 7/16"	100	20,00
4" x 4	5"	5 1/2"	100	15,00
6" x 5	7 3/8"	8"	60	10,00
8" x 6	9 5/8"	10 1/4"	50	10,00
10" x 6	11 5/8"	12 3/8"	50	10,00
12" x 7			50	10,00

## SUCÇÃO E DESCARGA DE ÁCIDO TIPO M.S.B.

BITOLA	Diâm. ext. pol	Pressão máx. lb	Comp. máx. m
2" x 4	2 15/16"	20	20,00
2 1/2" x 4	3 7/16"	20	20,00
3" x 4	3 15/16"	20	20,00
4" x 4	4 15/16"	15	15,00

## AGRÍCOLA TIPO W

BITOLA	Comp. máx. m	Punhos padrão	
		Diâm. int. pol	Comprimento pol
1 1/2" x 3	20	1 29/32"	3"
2" x 3	20	2 3/8"	3"
2 1/2" x 3	20	2 7/8"	3"
3" x 3	20	3 1/2"	3"
4" x 4	15	4 1/2"	4"
5" x 5	15	5 9/16"	5"
6" x 5	10	6 5/8"	5"

## AGRÍCOLA TIPO L

1 1/2" x 2	20	1 29/32"	3"
2" x 2	20	2 3/8"	3"
2 1/2" x 2	20	2 7/8"	3"
3" x 2	20	3 1/2"	3"
4" x 2	15	4 1/2"	4"

## TIPO BOMBA DE GASOLINA

BITOLA	Comp. máx. m	Comprimento padrão m
3/4" x 2	117,00	3,17 — 3,30 — 3,70
1" x 2	94,00	4,00 — 4,30 — 4,80
		5,00 — 5,20 — 6,40

## CONDUÇÃO DE GASOLINA E ÓLEO

BITOLA	Diâm. ext. mm	Comp. máx. m
1 1/4" x 4	47,0	20,00
1 1/2" x 4	53,4	20,00
2" x 4	66,1	20,00
2 1/2" x 4	78,8	20,00
3" x 5	93,3	20,00

## TIPO CAMINHÃO TANQUE

BITOLA	Pressão máx. lb	Comp. máx. m
2" x 2	40	20,00
2 1/2" x 2	40	20,00
3" x 2	40	20,00
4" x 3	40	15,00

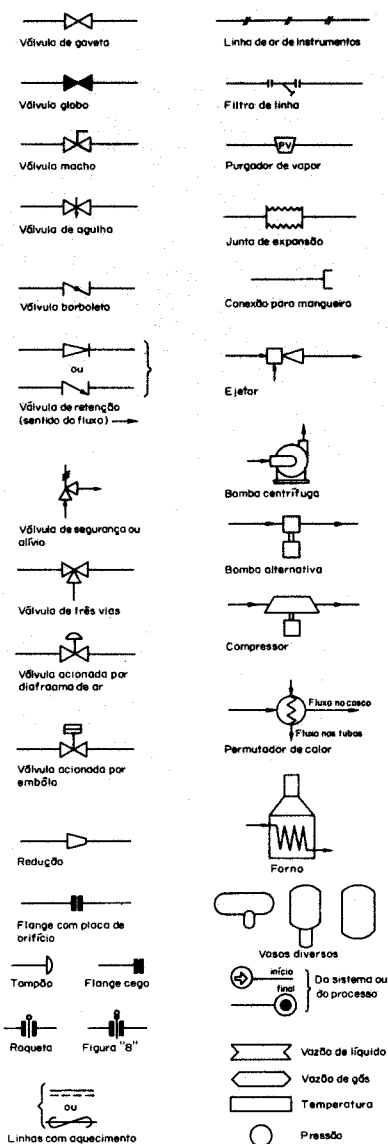
## TIPO 204 - H - SB

BITOLA	Comp. máx. m
4" x 8	15,00
6" x 7	10,00
8" x 9	10,00
10" x 11	10,00
12" x 13	10,00

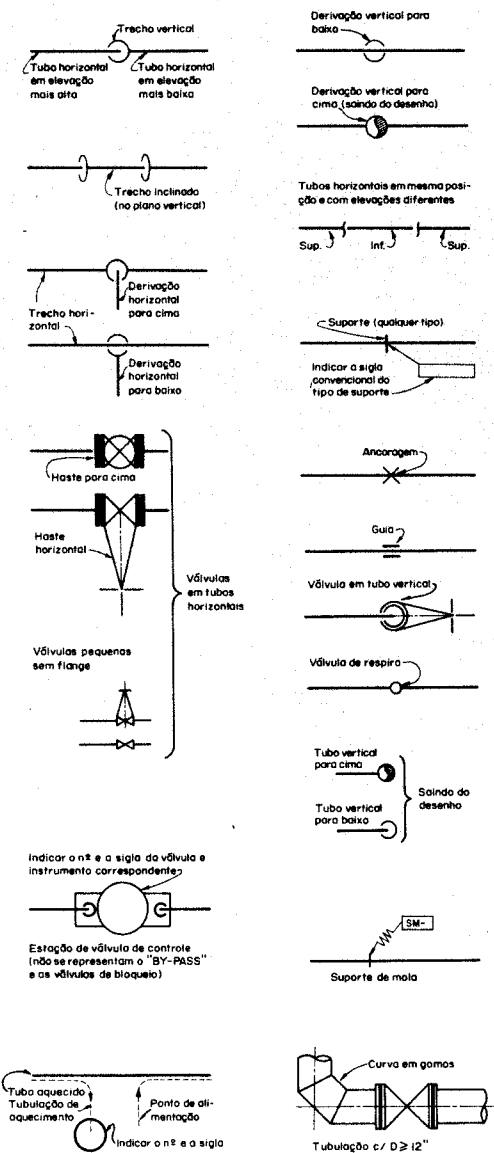


# SIMBOLOS CONVENCIONAIS PARA TUBULAÇÕES INDUSTRIAIS

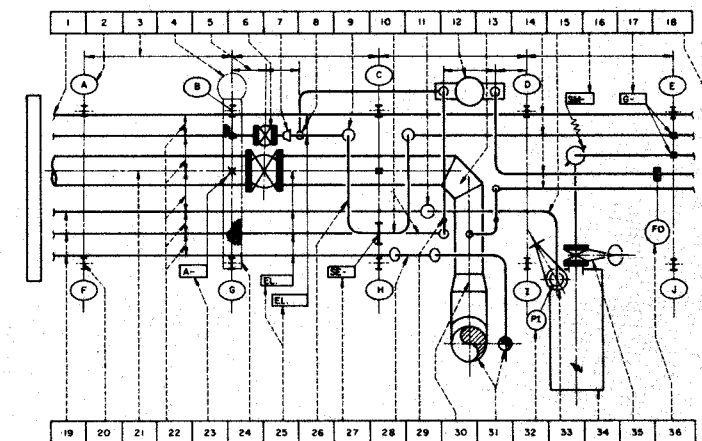
## CONVENÇÕES DE FLUXOGRAMAS



## CONVENÇÕES DE PLANTAS



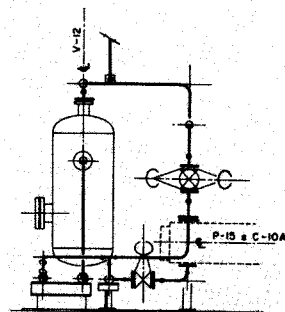
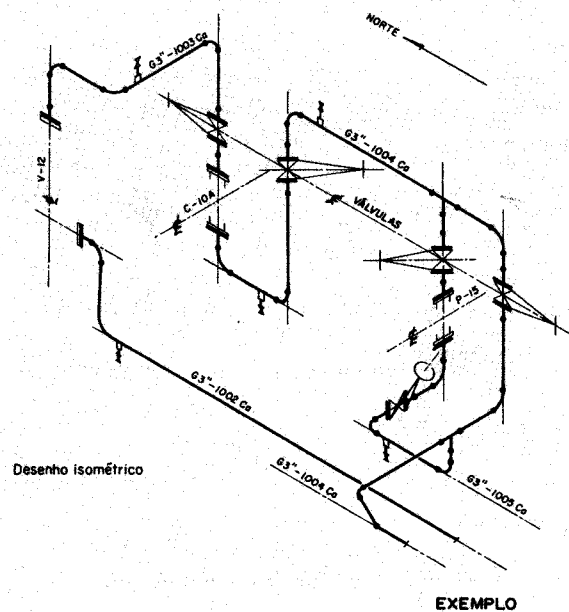
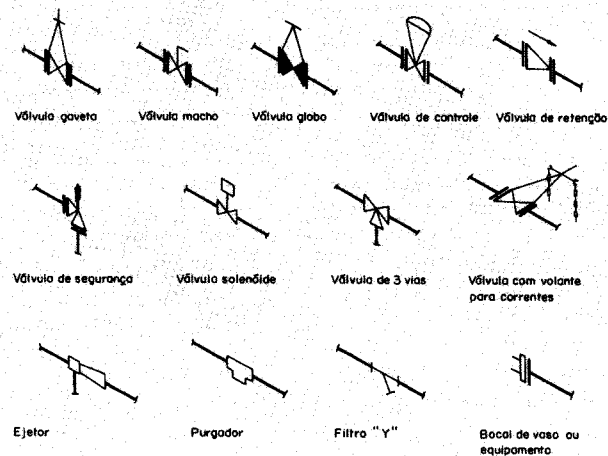
## EMPREGO DAS CONVENÇÕES DE PLANTAS



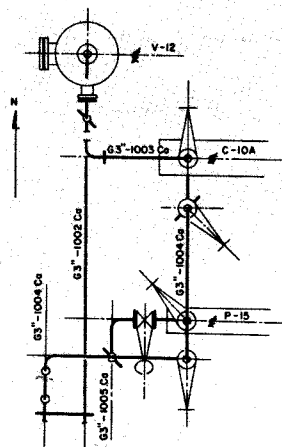
1	Interrupção do tubo
2	Identificação de pilar
3	Cota entre pilares
4	Guarda corpo de escada vertical
5	Cota de acessório ou derivação
6	Válvula com haste vertical
7	Redução em linha de pequeno diâmetro
8	Derivação para baixo
9	Mudança de direção e elevação
10	Dois tubos em elevações diferentes
11	Trecho vertical (qualquer comprimento)
12	Válvula de controle (estação de) incluindo cantoneira e bloqueios
13	Curva em gamos
14	Grupo de tubos paralelos
15	Curva a 90° no plano horizontal
16	Suporte de molas
17	Guias
18	Coordenada limite e indicação da folha de continuação

19	Tubos de pequeno diâmetro
20	Pilar
21	Tubo de grande diâmetro
22	Espaçamento entre tubos
23	Ancoragem
24	Plataforma elevada
25	Indicação de elevações
26	Curva de expansão
27	Suporte especial
28	Trecho inclinado no plano vertical
29	Respiro
30	Redução em linha de grande diâmetro
31	Tubos verticais saindo do desenho (para cima)
32	Instrumentos
33	Válvula com haste horizontal
34	Equipamento
35	Válvula com haste inclinada
36	Flange com placa de medição

## CONVENÇÕES DE DESENHOS ISOMÉTRICOS

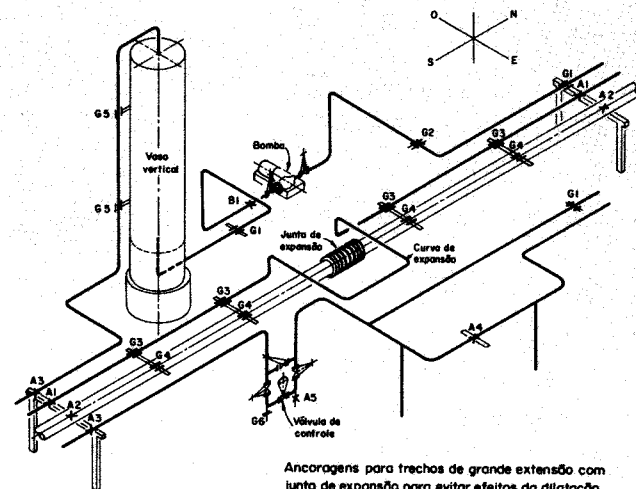
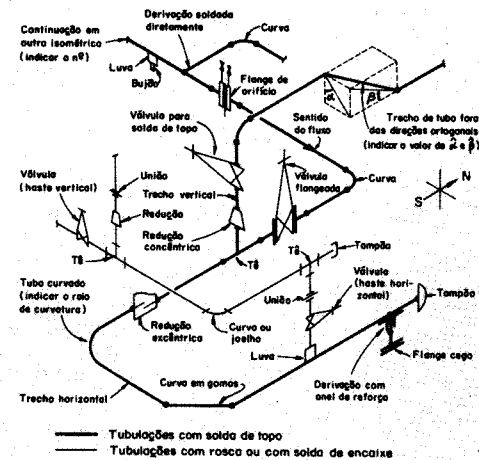


Elevação (olhando para Norte)



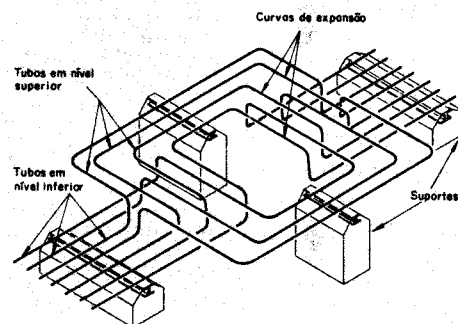
Planta

## EXEMPLO DE DESENHO ISOMÉTRICO



Ancoragens para trechos de grande extensão com junta de expansão para evitar efeitos da dilatação

## GRUPO DE CURVA DE EXPANSÃO



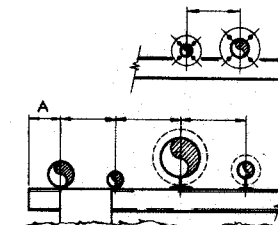
## TABELA DE ESPAÇAMENTO DE TUBOS PARALELOS

A	Diâmetro nominal (pol.)	1	1 1/2	2	3	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24
45	24	55	57	57	60	62	65	67	70	72	75	77	80	82	85
40	20	50	52	52	52	55	57	60	62	65	67	70	72	75	
37	18	47	47	47	50	52	55	57	60	62	62	65	67		
35	16	45	45	45	47	47	50	52	57	60	60	62			
35	14	40	42	42	45	45	47	50	52	55	57				
30	12	37	40	40	40	42	45	47	50	52					
25	10	35	35	35	37	37	40	42	47						
25	8	32	32	32	35	35	37	40							
20	6	27	27	27	30	30	32								
20	4	25	25	25	27	27									
15	3	22	22	22	25										
15	2	17	20	20											
15	1 1/2	17	17												
15	1	15													

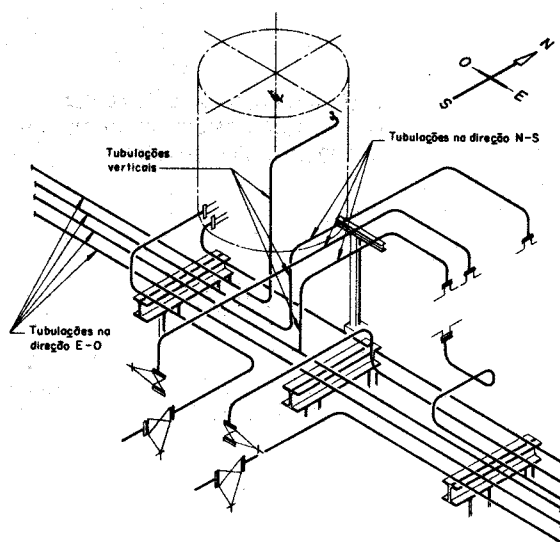
Obs. 1 As dimensões estão indicadas em centímetros.

Notas: 1) As distâncias da tabela deverão ser aumentadas nos seguintes casos:  
A - Quando um ou ambos os tubos tiverem isolamento térmico.  
B - Quando existirem flanges coincidentes em tubos vizinhos.  
C - Quando forem esperados grandes movimentos laterais.

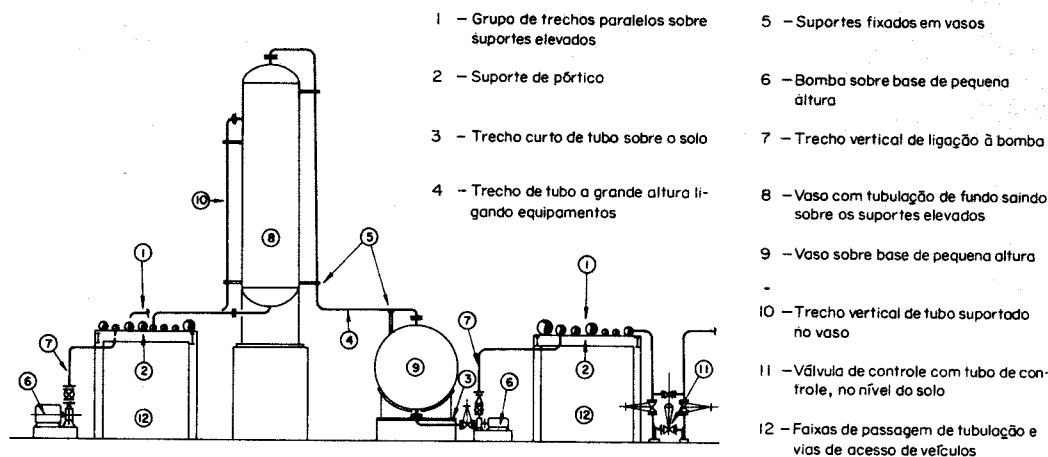
2) Distância "A" - Distância mínima da linha de centro de um tubo extremo à extremidade do suporte.



## TUBULAÇÕES NAS DIREÇÕES ORTOGONAIS DE PROJETO



## TUBULAÇÕES EM ÁREA DE PROCESSAMENTO



- 1 - Grupo de trechos paralelos sobre suportes elevados
- 2 - Suporte de pórtico
- 3 - Trecho curto de tubo sobre o solo
- 4 - Trecho de tubo a grande altura ligando equipamentos
- 5 - Suportes fixados em vasos
- 6 - Bomba sobre base de pequena altura
- 7 - Trecho vertical de ligação à bomba
- 8 - Vaso com tubulação de fundo saindo sobre os suportes elevados
- 9 - Vaso sobre base de pequena altura
- 10 - Trecho vertical de tubo suportado no vaso
- 11 - Válvula de controle com tubo de controle, no nível do solo
- 12 - Faixas de passagem de tubulação e vias de acesso de veículos

# SISTEMAS HIDRÁULICOS

## SIMBOLOGIA BÁSICA DE ACORDO COM ASA-Y 32.10.

	Conduta hidráulica de vazão não regulável, submetida à pressão.		Eixo de acionamento. A flecha indica o sentido da rotação.
	Conduta de vazão regulável para acionamento de elementos de comando hidráulicos.		Bomba hidráulica de vazão constante.
	Conduta de óleo de retorno ao tanque.		Bomba hidráulica de vazão regulável.
	Conduta de óleo flexível submetida à pressão.		Motor hidráulico com rotação constante.
	Bifurcação. Ponto de união dos condutos de acesso.		Motor hidráulico com rotação regulável.
	Cruzamento de condutos, no plano e não comunicantes.		Motor hidráulico oscilante.
	Direção do fluxo do meio hidráulico de pressão.		Para indicar no lugar de * ACC = acumulador (de pressão) ELEC MOT = eletromotor FLT = filtro HE = trocador de calor PS = interruptor de pressão
	Símbolo de retorno de um conduto ao tanque.		Símbolo básico de válvula
	Conduta de retorno, com ventilação.		Válvula de ajuste de pressão
	Tampão de fechamento		Válvula de bloqueio de acionamento manual
	Ponto de conexão para aparelhos de medição ou controle.		Válvula de retenção
	Ponto de conexão para consumidores hidráulicos.		Símbolo de dispositivos hidráulicos e combinações.
	Válvula limitadora de vazão não regulável (estrangulamento)		Cilindro hidráulico de efeito simples
	Válvula limitadora de vazão regulável		Cilindro hidráulico de duplo efeito.
	Tanque		Cilindro hidráulico de duplo efeito com haste passante.
	Manômetro. Medidor de pressão em sistemas hidráulicos		

	Símbolo básico para distribuidores de várias vias.
	Distribuidor unidirecional. Posição normal: bloqueio.
	Distribuidor unidirecional. Posição normal: passagem.
	Distribuidor de várias vias. Posição de bloqueio.
	Distribuidor de várias vias. Posição de passagem. As flechas indicam a direção do fluxo.
	Distribuidor de três vias.
	Distribuidor de quatro vias. Três posições. Quatro conexões. Passagem livre na posição central.
	Idem. Idem. Idem. Passagem bloqueada na posição central.
	Válvula reguladora de vazão com compensação de pressão.
	Mola. Símbolo de acionamento para válvulas e distribuidores.
	Condutão de comando.
	Para indicar no lugar de * MAN = acionamento manual MEC = acionamento mecânico MAG = acionamento eletromagnético HID = acionamento hidráulico
	Válvula de descarga com comando à distância. Posição normal: bloqueado.
	Válvula limitadora de pressão com comando à distância. Acionamento eletromagnético. Posição normal: aberto.
	Válvula consecutiva. Comando direto.
	Válvula redutora de pressão.

## ESQUEMAS DE CILÍNDRICOS

### Efeito simples



O pistão é impulsionado, somente de um lado e só pode trabalhar por compressão. O retorno é efetuado mediante molas ou pressões remanescentes.

### Duplo efeito



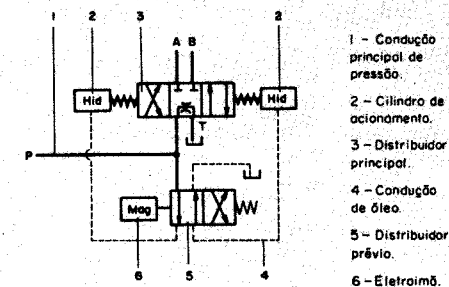
O pistão é impulsionado de ambos os lados. Por isso trabalha tanto à tração como à compressão.

### Duplo efeito com haste passante



Semelhante ao anterior. São utilizados frequentemente como cilindros impulsionadores para o movimento da unidade injetora.

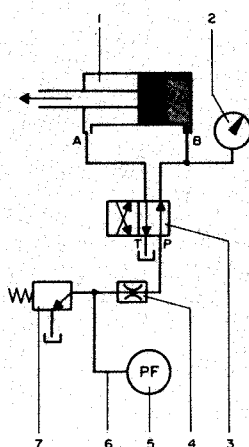
## REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DO COMANDO PRÉVIO DE UM DISTRIBUIDOR DE QUATRO VIAS.



- 1 - Condutão principal de pressão.
- 2 - Cilindro de acionamento.
- 3 - Distribuidor principal.
- 4 - Condutão de óleo.
- 5 - Distribuidor prévio.
- 6 - Eletroímã.

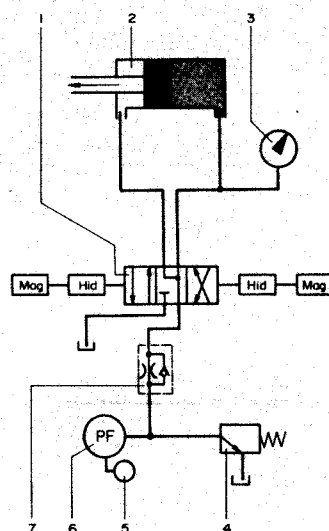
O distribuidor prévio do sistema é acionado eletromagneticamente e dirige o óleo do comando aos cilindros hidráulicos.

## REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DE CIRCUITOS HIDRÁULICOS



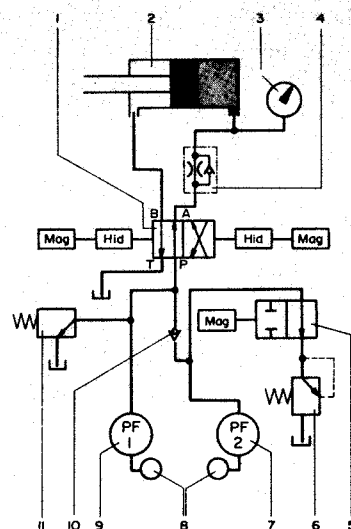
O circuito ao lado serve para acionamento de um cilindro de duplo efeito

- |                                 |                         |
|---------------------------------|-------------------------|
| 1 - cilindro                    | 5 - bomba               |
| 2 - manômetro                   | 6 - condução de pressão |
| 3 - distribuidor de quatro vias | 7 - válvula de ajuste   |
| 4 - válvula de estrangulamento  |                         |



O circuito acima representa um sistema de acionamento com uma bomba

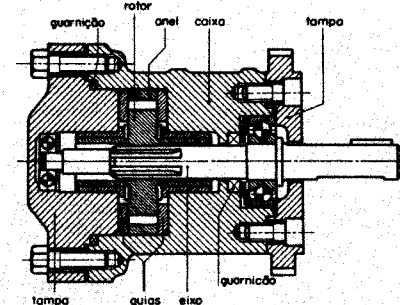
- |  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| 1 - distribuidor de 4 vias com comando prévio com três posições de comando | 3 - manômetro                     |
| 2 - cilindro de duplo efeito   | 4 - válvula reguladora de pressão |
| 5 - filtro de aspiração  | 6 - bomba                         |
| 7 - válvula de estrangulamento   |                                   |



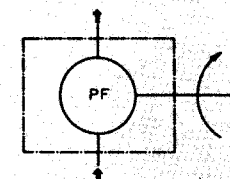
O circuito ao lado representa um sistema com bombas de alta e baixa pressão

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| 1 - distribuidor de 4 vias com comando prévio | 3 - manômetro                      |
| 2 - cilindro de duplo efeito                  | 4 - distribuidor de 2 vias         |
| 5 - válvula de estrangulamento                | 6 - bomba de baixa pressão         |
| 7 - válvula de comutação de pressão           | 8 - bomba de alta pressão          |
| 9 - filtro de aspiração                       | 10 - válvula reguladora de pressão |
| 11 - válvula de retenção                      |                                    |

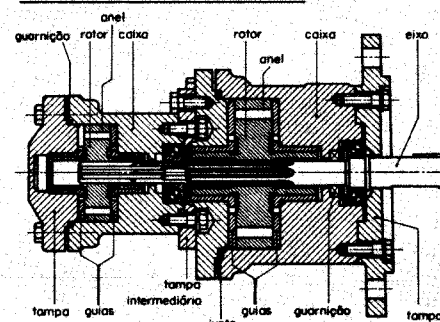
## BOMBA SIMPLES DE PALETAS



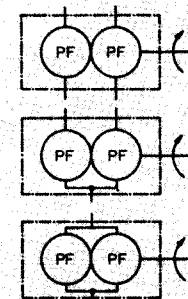
## ESQUEMA



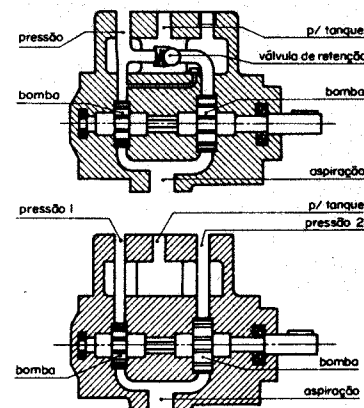
## BOMBA DUPLA DE PALETAS



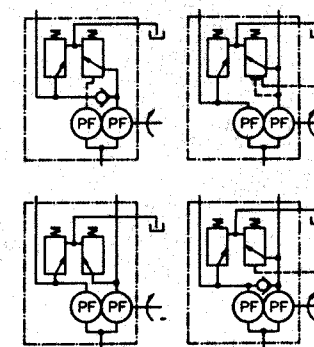
## ESQUEMA



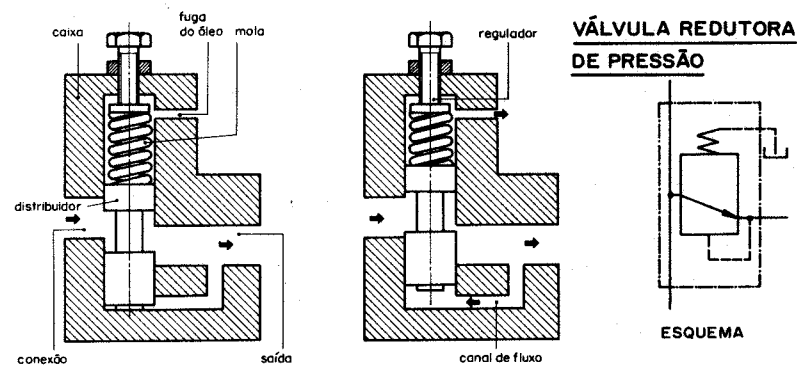
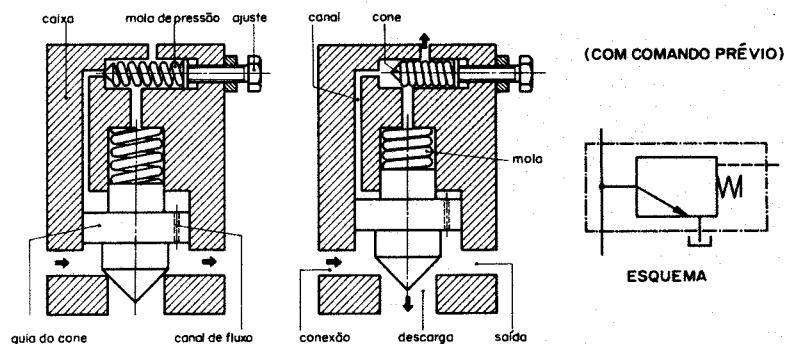
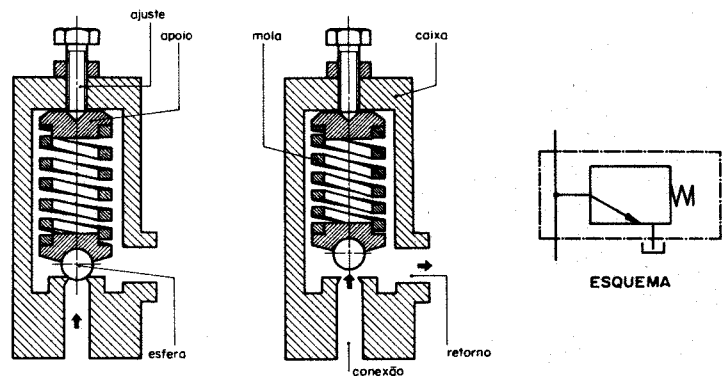
## BOMBAS DE PALETAS COMBINADAS



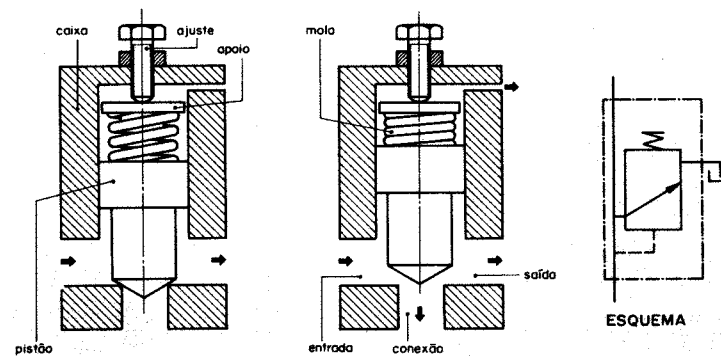
## ESQUEMAS



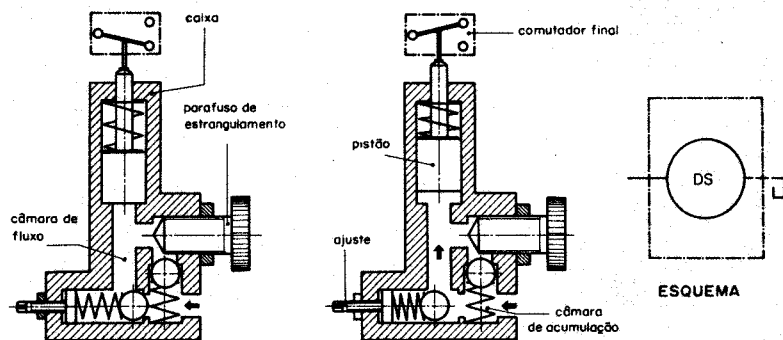
## VÁLVULAS REGULADORAS DE PRESSÃO



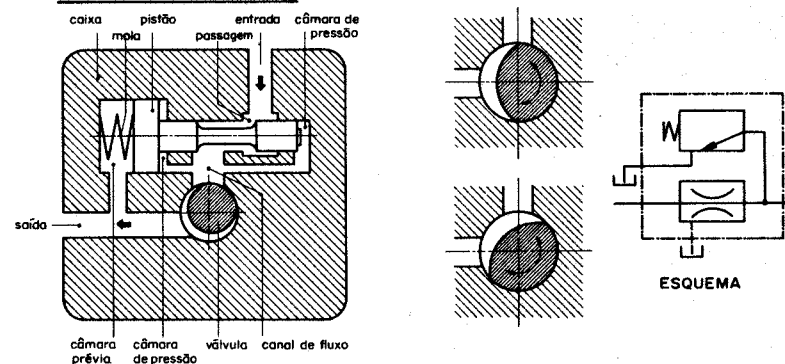
## VÁLVULA DE SEQUÊNCIA



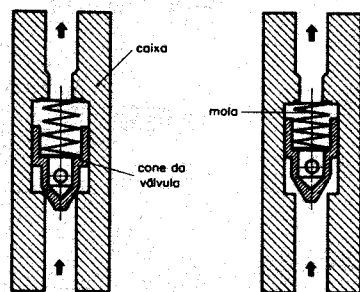
## COMUTADOR DE PRESSÃO



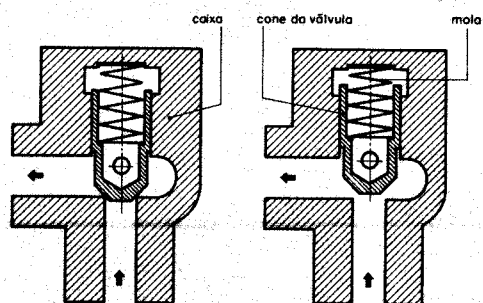
## VÁLVULA REGULADORA



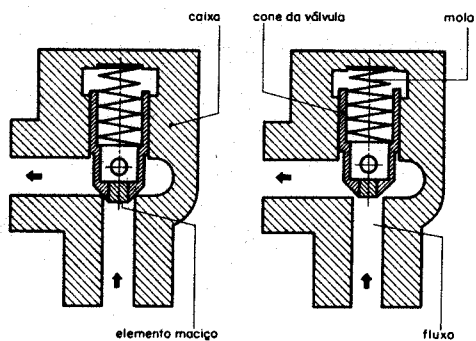
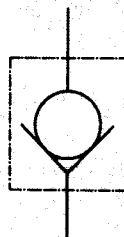
### VÁLVULA DE RETENÇÃO RETA



### VÁLVULA DE RETENÇÃO EM ÂNGULO



ESQUEMA

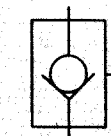
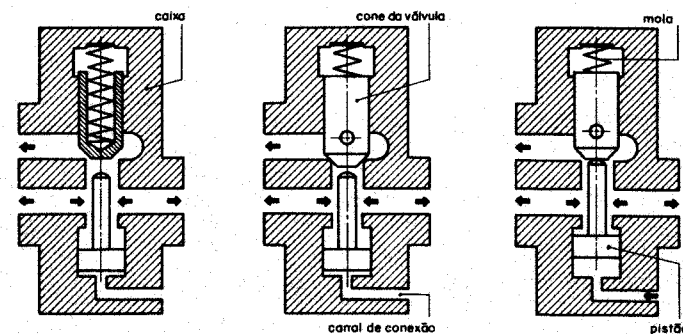


### VÁLVULA DE RETENÇÃO

À ESQUERDA: FECHADA

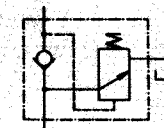
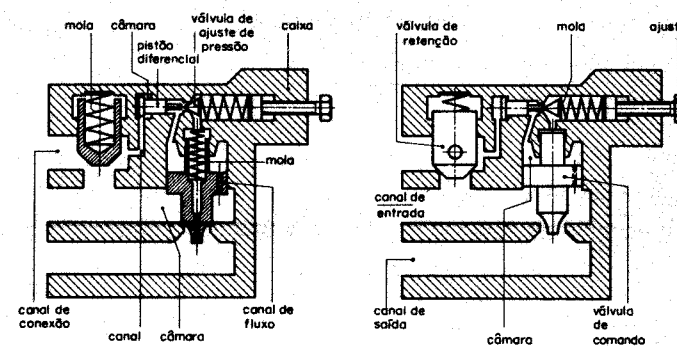
À DIREITA: ABERTA

### VÁLVULA DE RETENÇÃO COM COMANDO PRÉVIO

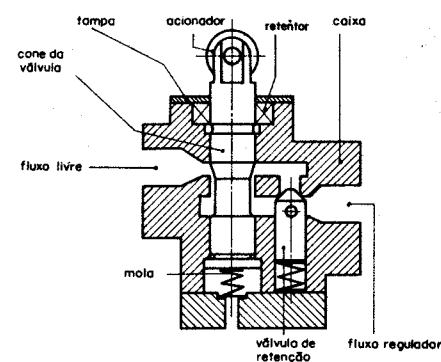


ESQUEMA

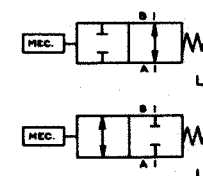
### VÁLVULA DE AJUSTE DE PRESSÃO DE DESCARGA



ESQUEMA

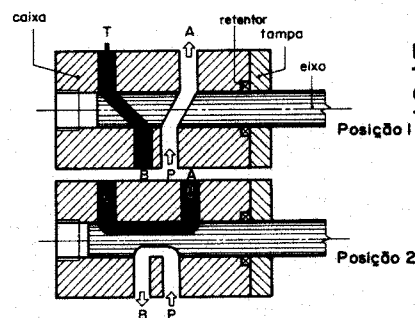
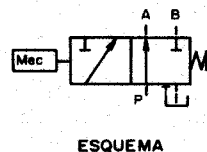
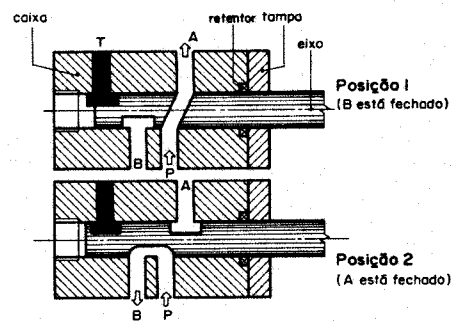


### VÁLVULA DE RETARDAMENTO

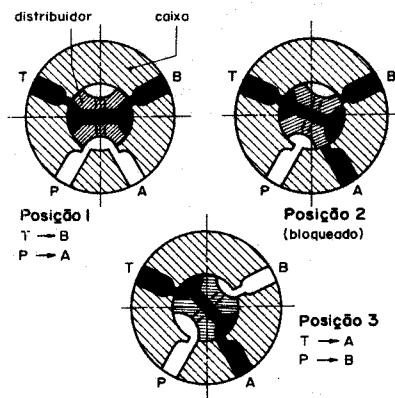
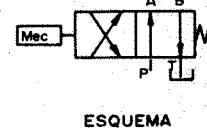


ESQUEMA

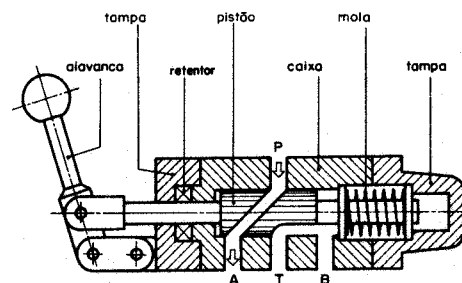
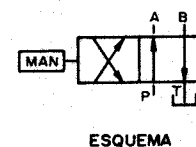
### DISTRIBUIDOR DE DUAS VIAS



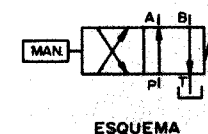
### DISTRIBUIDOR DE QUATRO VIAS



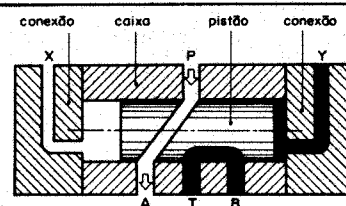
### DISTRIBUIDOR ROTATIVO



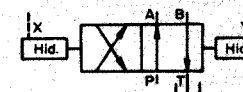
### DISTRIBUIDOR ACIONADO MANUALMENTE



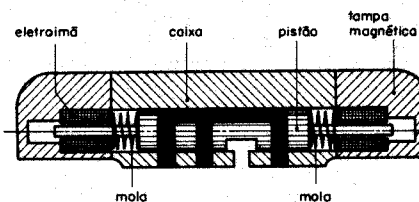
### DISTRIBUIDOR DE ACIONAMENTO HIDRÁULICO



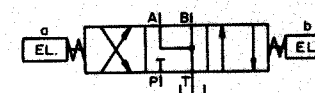
### ESQUEMA



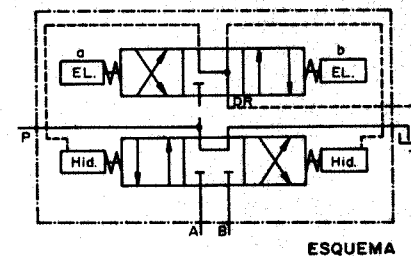
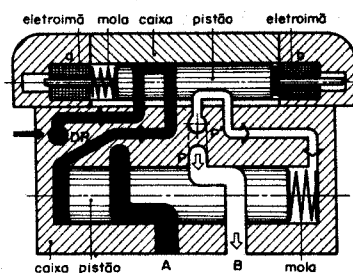
### DISTRIBUIDOR ACIONADO ELETROMAGNETICAMENTE



### ESQUEMA

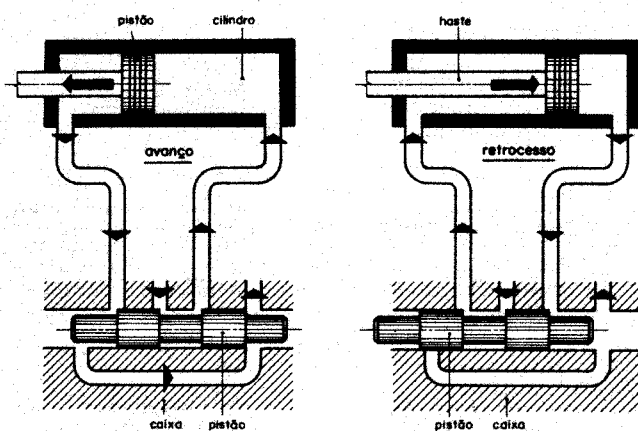


### DISTRIBUIDOR HIDRÁULICO COM COMANDO ELETROMAGNÉTICO

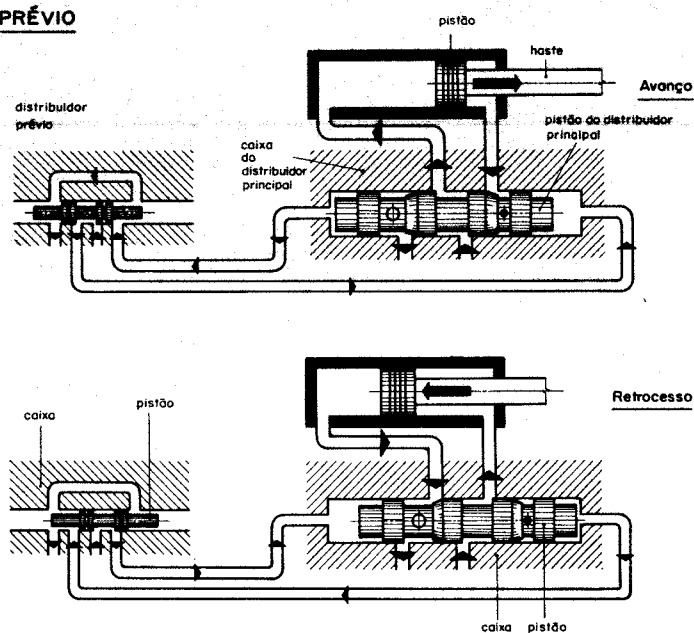




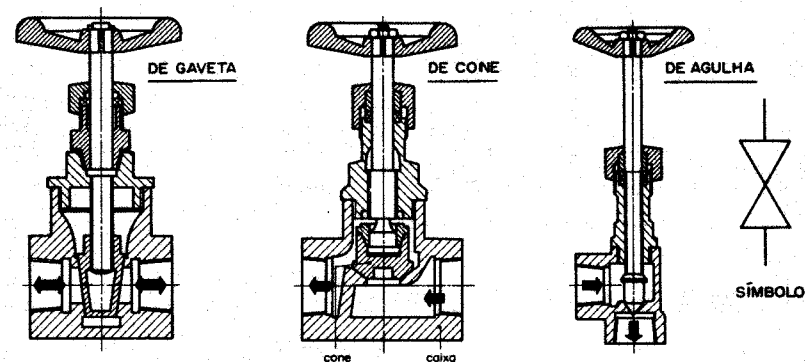
### COMANDO DIRETO DE UM PISTÃO



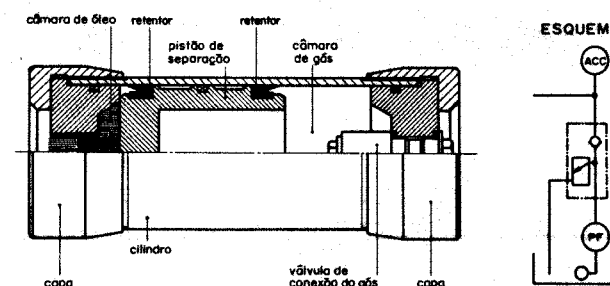
### ACIONAMENTO DE UM PISTÃO COM UM DISTRIBUIDOR COM COMANDO PRÉVIO



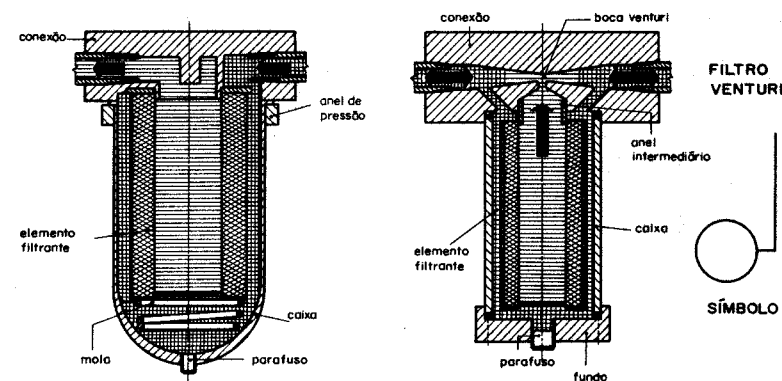
### VÁLVULAS REGULADORAS



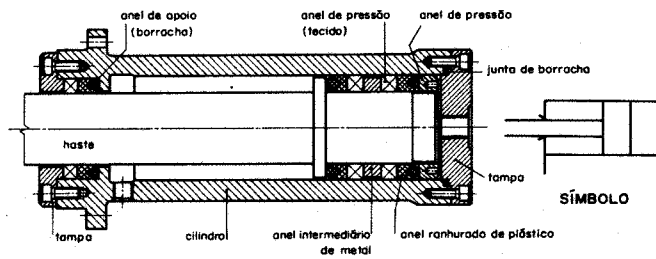
### ACUMULADOR PARA COMPENSAÇÃO HIDROPNEUMÁTICA DE PRESSÃO EM SISTEMAS HIDRÁULICOS



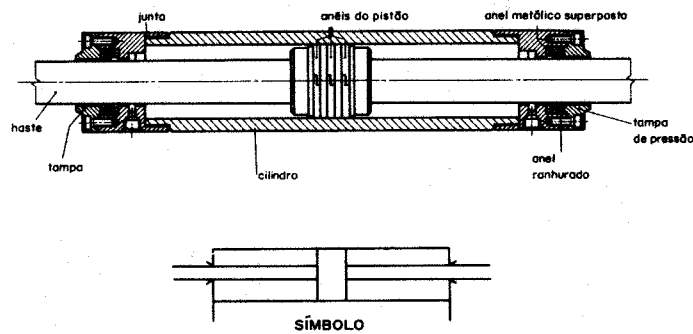
### FILTROS DE ÓLEO EM SISTEMAS HIDRÁULICOS



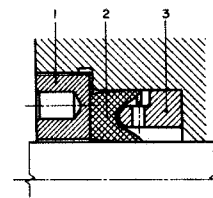
### CILINDRO DE DUPLO EFEITO



### CILINDRO DE DUPLO EFEITO COM HASTE PASSANTE

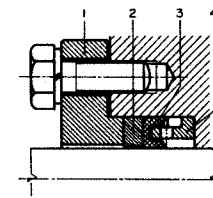


### TIPOS USUAIS DE JUNTAS



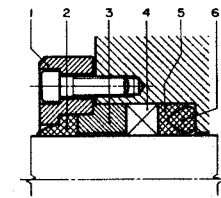
Junta de haste com anel ranhurado

- 1 - anel roscado de pressão
- 2 - anel ranhurado
- 3 - anel superposto



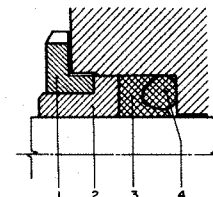
Junta de haste com anel ranhurado de perfil em U

- 1 - anel de pressão
- 2 - anel intermediário
- 3 - anel ranhurado de perfil em U
- 4 - anel superposto



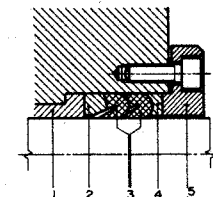
Junta de haste com anel ranhurado de tecido e anel de apoio de borracha vulcanizada e anel raspador de plástico

- 1 - anel de pressão
- 2 - anel raspador
- 3 - anel intermediário
- 4 - anel de pressão
- 5 - anel ranhurado
- 6 - anel de apoio



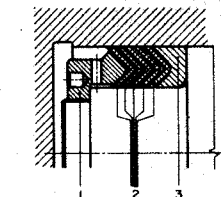
Junta de haste com retém exterior especial

- 1 - anel de pressão
- 2 - anel tensor
- 3 - retém externo roscado
- 4 - anel de apoio de borracha



Junta de haste com aros labiados

- 1 - calca guia
- 2 - anel tensor
- 3 - anéis labiados
- 4 - anel superposto
- 5 - anel de pressão



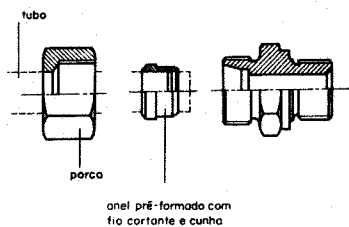
Junta de pistão com perfis angulares de plástico

- 1 - anel contraposto
- 2 - perfis angulares
- 3 - anel superposto

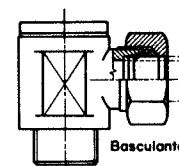
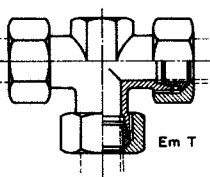
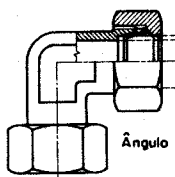
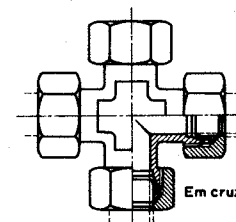
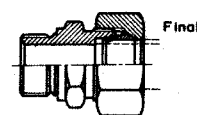
### ELEMENTOS DO SISTEMA

#### DE SEGURANÇA PARA

#### CONEXÃO DE TUBOS

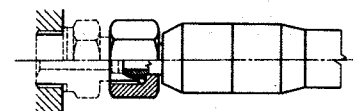
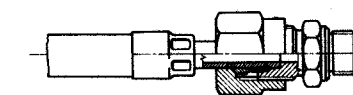


### CONEXÕES DE TUBOS SEM SOLDA



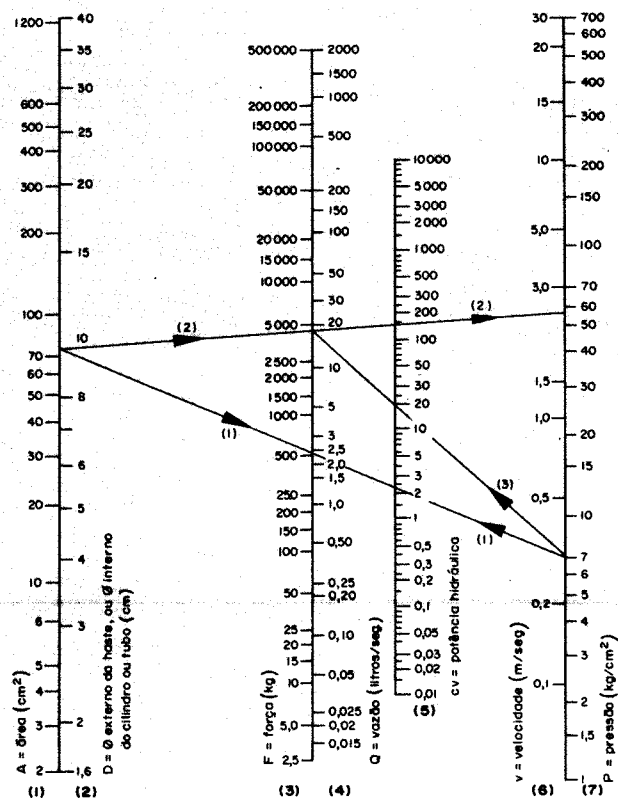
### CONEXÕES DE MANGUEIRAS FLEXÍVEIS

#### DE ALTA PRESSÃO



# CILINDROS PNEUMÁTICOS OU HIDRÁULICOS

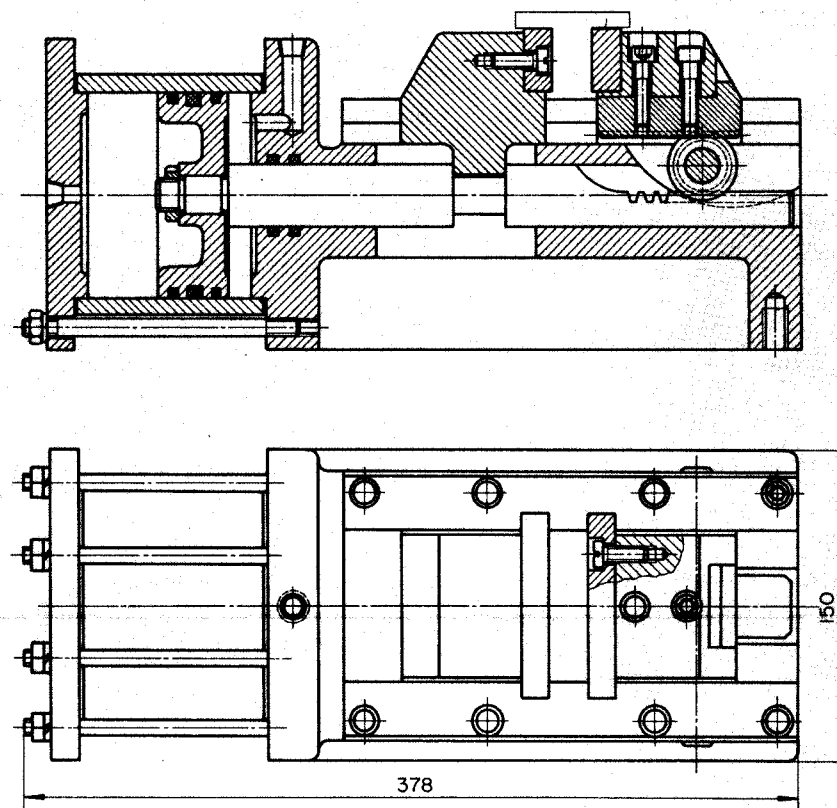
## CÁLCULO DA ÁREA, FORÇA, VELOCIDADE E POTÊNCIA



Este nomograma permite determinar rapidamente:

- 1 - Área efetiva de um cilindro (área da seção interna menos a área da haste =  $0,7854 (D^2 - d^2)$ ).
- 2 - Força desenvolvida por um cilindro pneumático ou hidráulico (área efetiva x pressão).
- 3 - Velocidade de um líquido no cilindro (ou cano).
- 4 - Potência teórica desenvolvida por um cilindro (ou exigida por uma bomba).

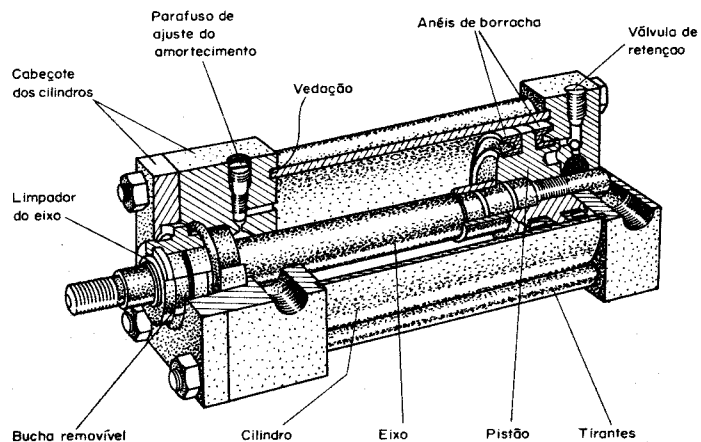
**Problema:** O fluido, 20 l/seg a 7 kg/cm<sup>2</sup>, flui em um cilindro de 11,5 cm Ø<sub>e</sub> com um tirante de 5,7 cm Ø. Qual a área efetiva (A), força desenvolvida (B), velocidade (C) e potência (D) ?



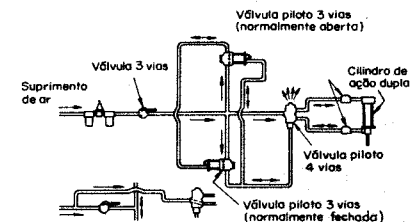
**Soluções:** Acompanhar as escalas do nomograma.

- A - Na escala 2, à esquerda de 11,5 e 5,7 da escala 1, encontramos 100 cm<sup>2</sup> e 26 cm<sup>2</sup>, respectivamente. A área efetiva é, portanto, de  $100 - 26 = 74 \text{ cm}^2$ .
- B - Alinhando 74 na escala 1 com 7 na escala 7, encontramos a resposta na escala 3. 540 kg de força desenvolvida.
- C - Alinhando 74 na escala 1 com 18 na escala 4, encontramos na escala 6, que a velocidade é de 2,4 m/seg.
- D - Alinhando 18 na escala 4 com 7 na escala 7, encontramos na escala 5, que a potência é de 17,5 cv.

# CILINDROS PNEUMÁTICOS DE AÇÃO DUPLA



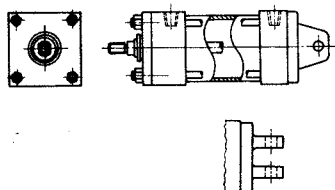
## ESQUEMAS DE LIGAÇÕES TÍPICAS



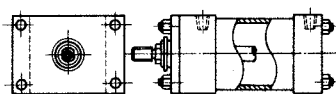
Alternativa do esquema:  
O pistão retorna a posição retráida quando a válvula 3 vias é fechada. Dá o tempo da posição retráida.

Circuito recíprocante para controle de cilindro de ação dupla com tempo pré-determinado nos dois sentidos, comandado por duas válvulas piloto de 3 vias.

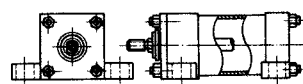
### MONTAGEM POR PINO



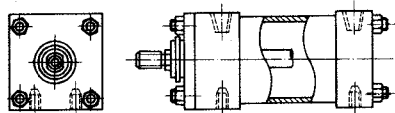
### MONTAGEM DE TOPO



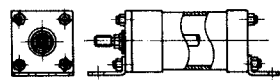
### MONTAGEM POR ORELHAS LATERAIS



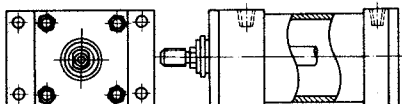
### MONTAGEM LATERAL



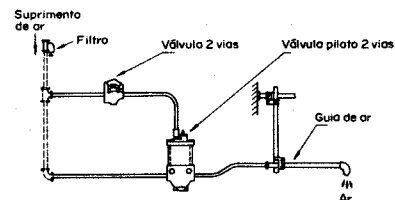
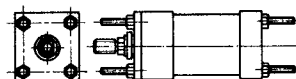
### MONTAGEM POR CANTONEIRAS



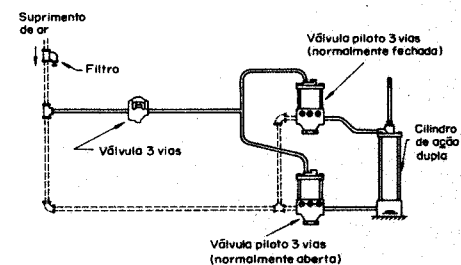
### MONTAGEM DE BASE



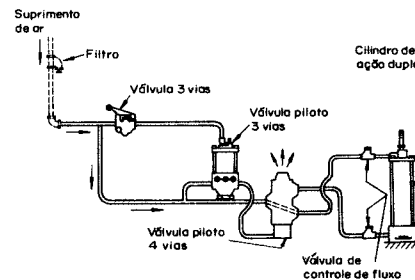
### MONTAGEM POR EXTENSÃO DOS TIRANTES



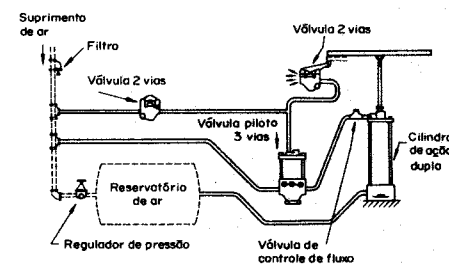
Circuito para jato de ar com tempo pré-determinado.  
Ex.: Ejeção de peças prensadas, etc.



Circuito de comando de um cilindro de ação dupla por intermédio de 2 válvulas piloto de 3 vias.



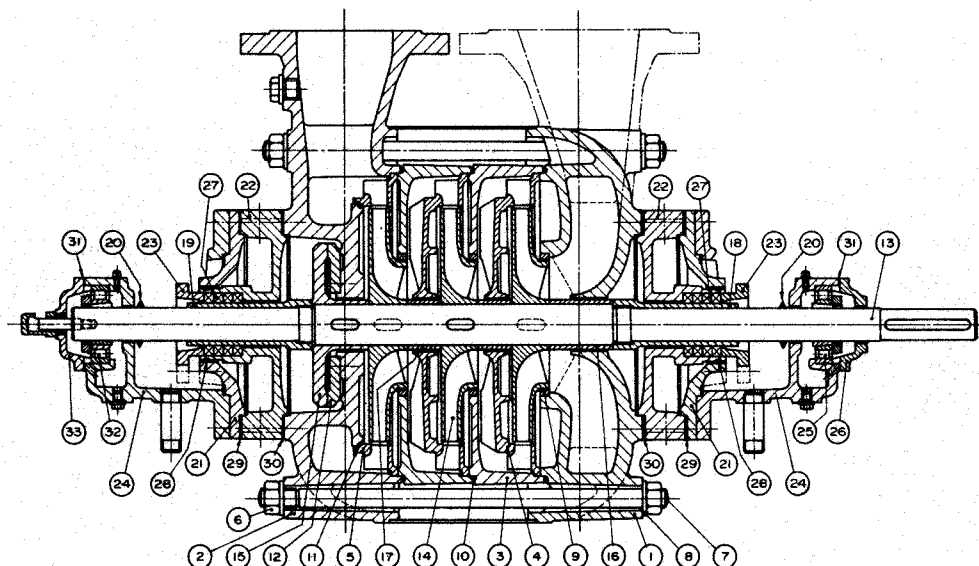
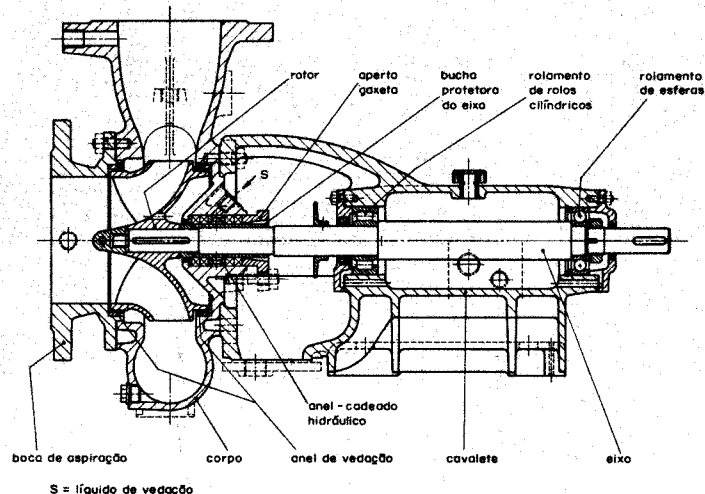
Circuito de comando de cilindro de ação dupla com retorno do cilindro após tempo pré-determinado.



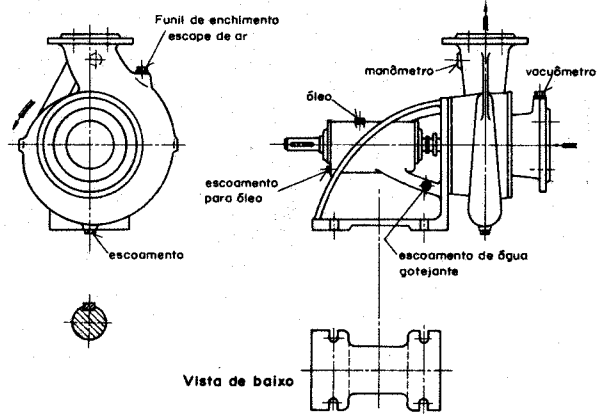
Circuito recíprocante para controle de ação dupla, usando válvula piloto de 3 vias e tanque de baixa pressão.

# BOMBAS CENTRÍFUGAS

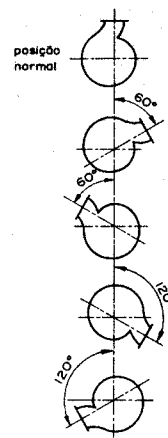
## BOMBA DE ROTOR HELICOIDAL



## BOMBA DE UM ESTÁGIO



Posições da boca de recalque  
(visto pelo lado do acionamento)

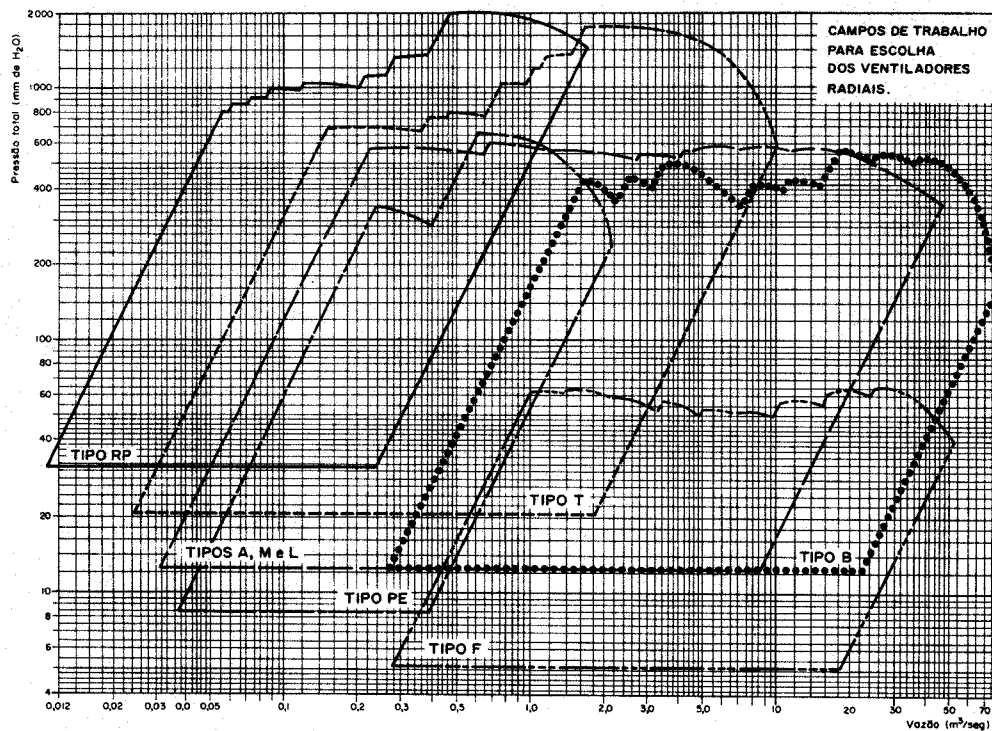
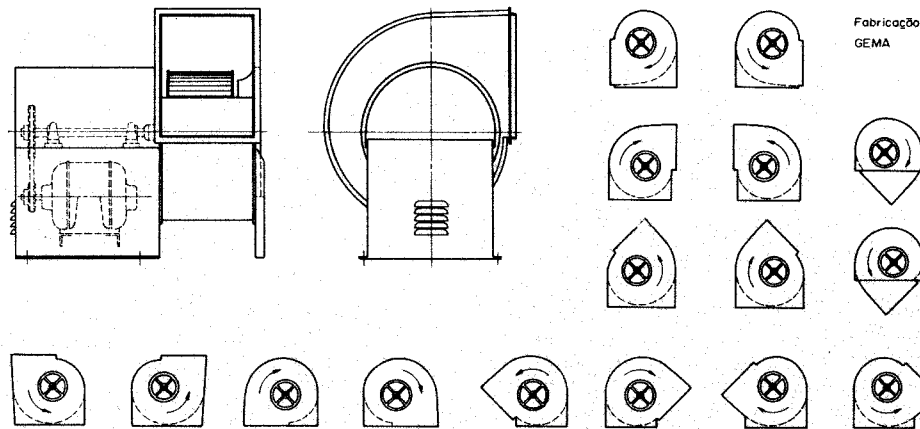


## BOMBA DE ALTA PRESSÃO DE TRÊS ESTÁGIOS

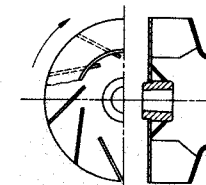
Execução para água quente com câmara de resfriamento

- |   |   |
|---|---|
| 1 - Corpo de aspiração  | 20 - Anel centrifugador                                     |
| 2 - Corpo de pressão  | 21 - Tampa da câmara de resfriamento                        |
| 3 - Corpo de estágio  | 22 - Tampa de engastamento                                  |
| 4 - Difusor   | 23 - Aperto - gaxeta  |
| 5 - Difusor de último estágio                                     | 24 - Suporte de mancal                                      |
| 6 - Porca sextavada do parafuso - tirante                         | 25 - Rolamento de rolos, lado da entrada                    |
| 7 - Parafuso - tirante  | 26 - Tampa do mancal, lado da entrada                       |
| 8 - Arruela do parafuso   | 27 - Gaxeta   |
| 9 - Anel de vedação   | 28 - Guarnição de borracha redonda da tampa do engastamento |
| 10 - Guarnição de borracha redonda para corpo de estágio          | 29 - Guarnição plana da tampa de resfriamento               |
| 11 - Guarnição de borracha redonda para difusor do último estágio | 30 - Guarnição plana da tampa de engastamento               |
| 12 - Contra-disco   | 31 - Guarnição plana da tampa do mancal                     |
| 13 - Eixo   | 32 - Rolamento de rolos, lado da pressão                    |
| 14 - Rotor  | 33 - Tampa do mancal, lado da pressão                       |
| 15 - Disco de equilíbrio hidráulico                               |   |
| 16 - Bucha distanciadora, corpo de entrada                        |   |
| 17 - Bucha distanciadora, difusor                                 |   |
| 18 - Bucha protetora do eixo, lado da entrada                     |   |
| 19 - Bucha protetora do eixo, lado da pressão                     |   |

# VENTILADORES CENTRÍFUGOS



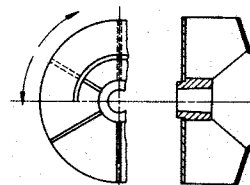
## TIPOS DE ROTORES



**ROTOR TIPO A**

**APLICAÇÃO:** FINS INDUSTRIAIS LEVES. ASPIRAÇÃO DE AR, GÁS, VAPORES, PÓ E FUMAÇAS, TRANSPORTES DE MATERIAIS LEVES.

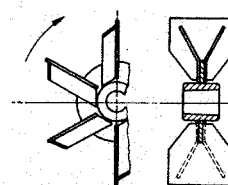
**REVESTIMENTO:** DE QUALQUER ESPÉCIE E ESPESSURA.



**ROTOR TIPO M**

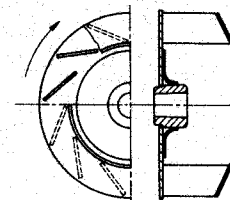
**APLICAÇÃO:** FINS INDUSTRIAIS MEIO-PESADOS. TRANSPORTE DE MATERIAIS COMO CAMARGOS DE MADEIRA, PÓ DE ESMERIL, RESÍDUOS DE POLÍTRIZ E CENICAB EM GRÃOS.

**REVESTIMENTO:** DE QUALQUER ESPÉCIE E ESPESSURA.



**ROTOR TIPO L**

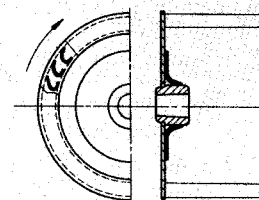
**APLICAÇÃO:** FINS INDUSTRIAIS PESADOS. MATERIAIS ABRASIVOS, CORROSIVOS E OUTRAS CONDIÇÕES DE SERVIÇO EXTREMAMENTE SEVERAS, EXCUTANDO, QUANDO NECESSÁRIO, AS PALHETAS EM MATERIAIS APROPRIADOS.



**ROTOR TIPO B**

**APLICAÇÃO:** FINS DE CONFORTO, OBSERVANDO O LIMITE DE 28 m/sec NA VELOCIDADE CIRCUNFERENCIAL. FINS INDUSTRIAIS LEVES, COMO AR LIMPO OU LEVEMENTE EMPOLVADO, E GASES QUENTES.

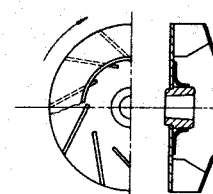
**REVESTIMENTO:** DE QUALQUER ESPÉCIE E ESPESSURA.



**ROTOR TIPO F**

**APLICAÇÃO:** FINS DE CONFORTO COM ALTA VELOCIDADE DE AR NA BOCA DE SAÍDA EM 10 m/sec.

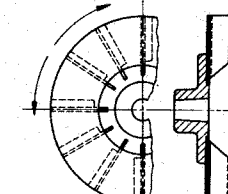
**REVESTIMENTO:** DE QUALQUER ESPÉCIE E ESPESSURA ATÉ 1 mm. (DIFÍCIL PARA LENÇOL DE PVC).



**ROTOR TIPO T**

**APLICAÇÃO:** FINS INDUSTRIAIS NORMAIS, COMO AR, GÁS, VAPORES E FUMAÇAS.

**REVESTIMENTO:** DE QUALQUER ESPÉCIE E ESPESSURA ATÉ 1 mm.

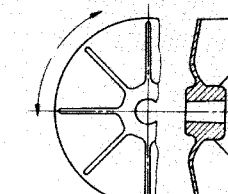


**ROTOR TIPO RP**

**APLICAÇÃO:** FINS INDUSTRIAIS NORMAIS COMO AR, GÁS, FUMAÇAS E VAPORES COM PRESSÕES ATÉ 2000 mm.

**REVESTIMENTO:** NÃO APLICÁVEL.

**Fabricação:** DO ROTOR EM AÇO OU ALUMÍNIO.



**ROTOR TIPO PE**

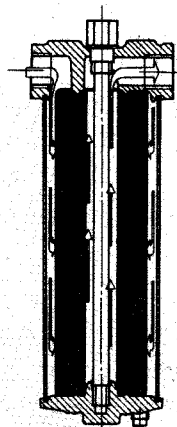
**APLICAÇÃO:** ASPIRAÇÃO DE PÓ, AR, GÁS, FUMAÇAS, VAPORES E FIBRILHAS.

**REVESTIMENTO:** QUALQUER ESPÉCIE E ESPESSURA ATÉ 1 mm.

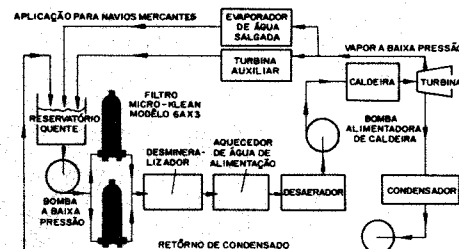
**Fabricação:** FERRO OU ALUMÍNIO FUNDIDO, AÇO CARBONO, AÇO INOX, BRONZE E LATÃO.

# INSTALAÇÕES TÍPICAS DE FILTROS

FILTRO DE FLUIDOS

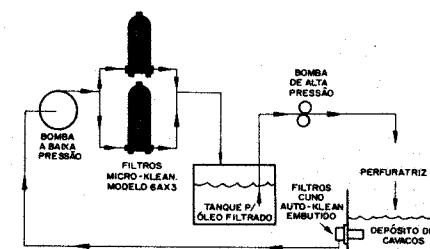


RETORNO DE CONDENSADO



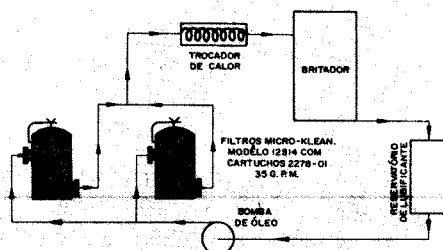
No tratamento de amina a bordo de navios, Filtros Micro-Klean eliminam partículas de oxidação e crostas nas tubulações e caldeiras. Capacidade do filtro: 200 GPM de vazão. Duração dos cartuchos: 90 dias.

PERFURATRIZES



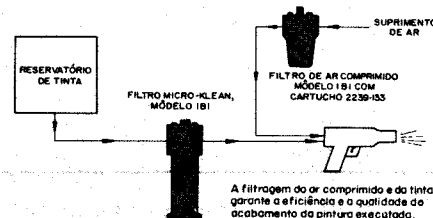
Os filtros Micro-Klean garantem a alimentação de óleo filtrado para fins de resfriamento de máquinas perfuratrizes. Para eliminar qualquer problema de entupimento por cavacos, é aconselhável o uso de dois filtros com vazão de 20 GPM.

LUBRIFICANTE



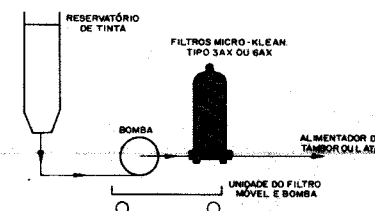
Filtros Micro-Klean, montados em cartuchos 2278-Q1 de 75 micra, protegem sistemas de lubrificação, eliminando pó de sílica e contaminantes próprios do ar. Duração média de 192 horas (excelente, se for considerada a poeira produzida pela britagem).

PULVERIZAÇÃO DE TINTA



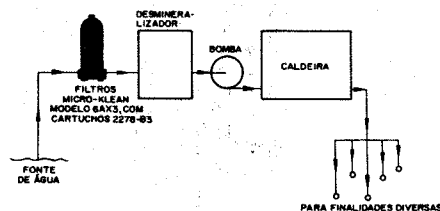
Os filtros Micro-Klean eliminam resíduos, películas e outros contaminantes, causadores de manchas e do entupimento de pistolas. Essa "lavagem a seco" do ar evita crostas nas tubulações, névoa de óleo, umidade, etc.

TINTAS ENLATADAS



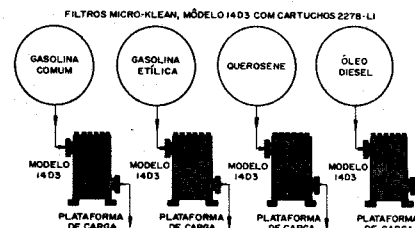
Os filtros Micro-Klean garantem um produto enlatado de alta qualidade, filtrando aglutinação, gel, partículas de moinho de esferas e sujeira atmosférica. A densidade do cartucho varia de acordo com o tipo de tinta e esmalte em pó usados.

DESMINERALIZADORES



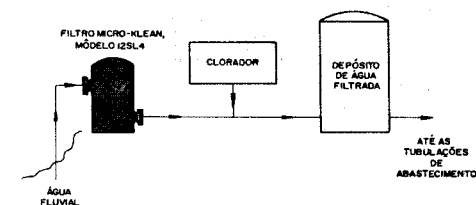
Os filtros Micro-Klean também protegem o lençol de resina trocadora. Os cartuchos 2278-83 removem areia, sedimentos e partículas que entopem o lençol de resina, diminuindo a eficiência do desmineralizador.

PRODUTOS QUÍMICOS E PETROQUÍMICOS



Os filtros Micro-Klean usando cartuchos 2278-L1 de 50 micra, filtram as carepas e oxidação formada nos depósitos de combustíveis. Duração do cartucho de 6 a 8 meses.

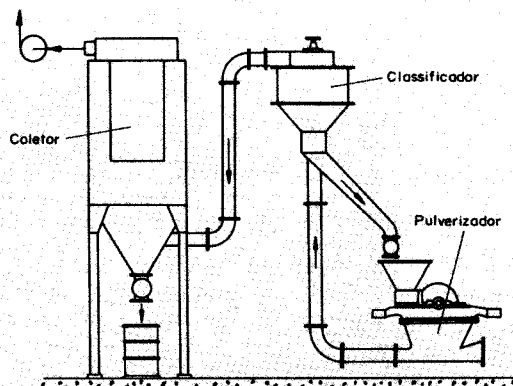
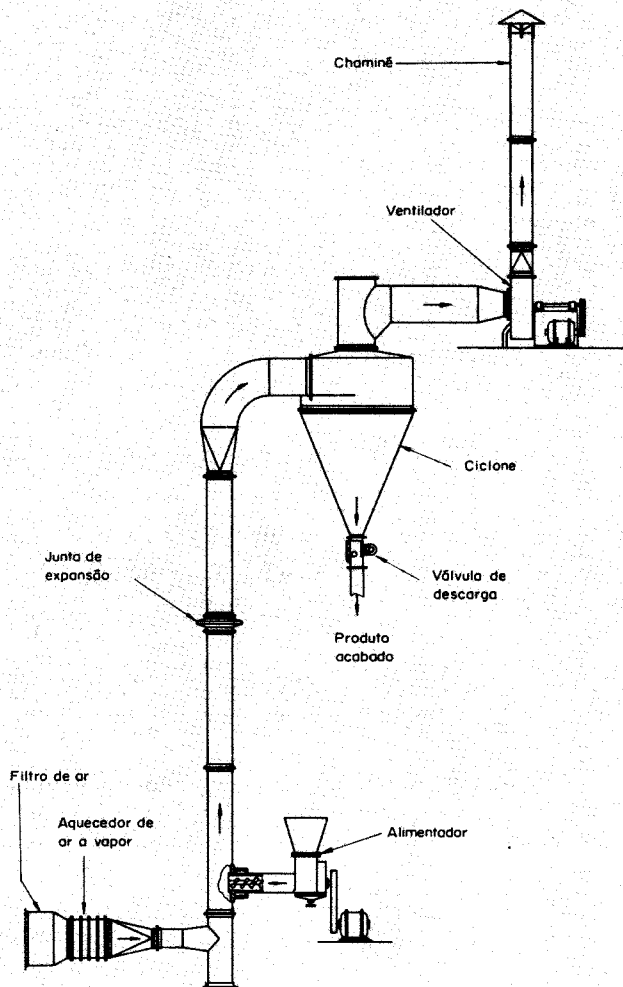
ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA FINS INDUSTRIAIS



Micro-Klean permite utilizar águas fluviais para fins industriais, como na refrigeração de turbinas de força. Uma grande tela detém madeira, peixes e sólidos, e o filtro Micro-Klean elimina sedimentos até 5 micra.

# SEPARADOR E CLASSIFICADOR

## SECADOR E SEPARADOR CICLONE



## ESPECIFICAÇÕES DO CLASSIFICADOR

MODELO	diâm. cm	altura cm	Motor HP	Vazão do ar m <sup>3</sup> /min.
MS-1	35	148	1 - 2	5 - 15
MS-2	50	208	2 - 3	15 - 35
MS-3	75	268	3 - 5	35 - 60
MS-4	120	315	5 - 7 1/2	60 - 140
MS-5	168	512	7 - 10	140 - 280

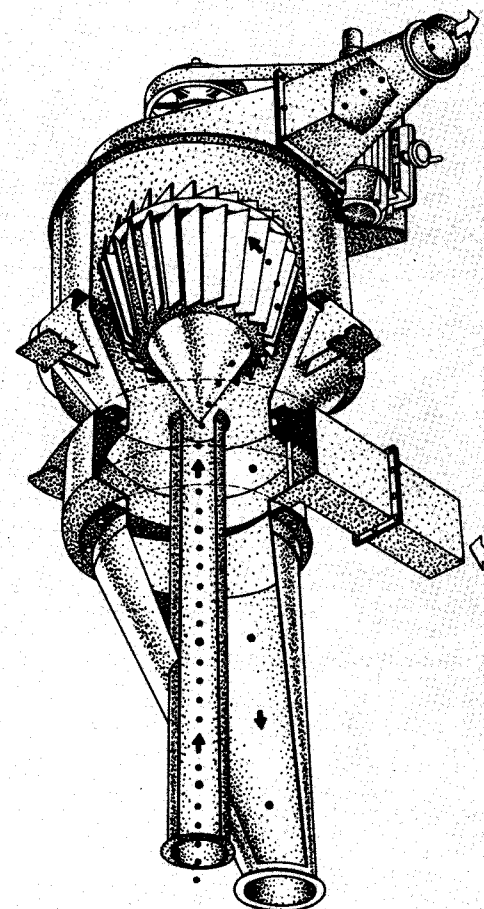
## EFICIÊNCIA DO CLASSIFICADOR

MATERIAL	Eficiência	Dimensões das partículas produzidas	CAPACIDADE DE PRODUÇÃO kg/h				
			MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5
BHC	98%	por 300 meshes	83	138	275	550	1100
Argila	99%	por 10 microns	17	23	55	110	220
Diatomácea	99%	por 100 meshes	83	138	275	550	1100
Ilmenita	99,5%	por 325 meshes	248	412	825	1650	3300
Óxido de chumbo	95%	por 20 microns	120	198	395	790	1580
Cal	99,9%	por 325 meshes	68	115	230	463	925
Resina fenólica	96,0%	por 100 meshes	24	48	95	190	380
Poliétileno	98%	por 100 meshes	17	23	55	110	220
P.V.C.	99,8%	por 200 meshes	107	178	355	710	1420
Talco	98%	por 10 microns	50	83	165	330	660
Farinha	94%	por 30 microns	75	125	250	500	1000

## CLASSIFICADOR

Utilizado para classificação industrial de partículas com dimensões de alguns microns.

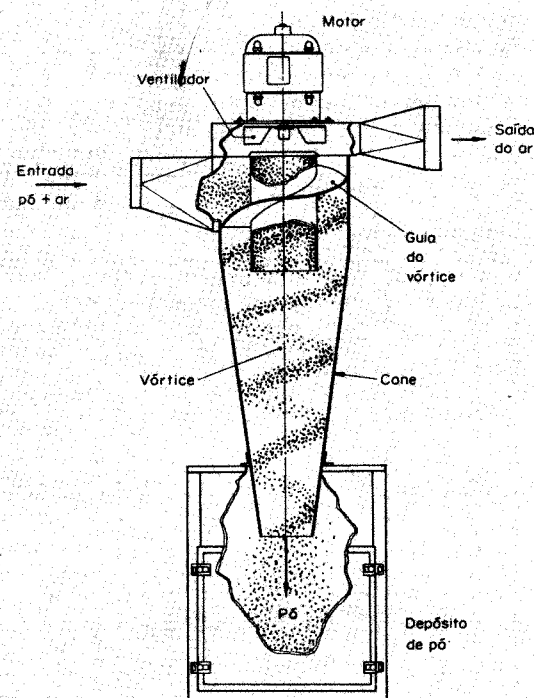
Fabricação: MIKROPUL DO BRASIL





# SEPARADORES CICLONES

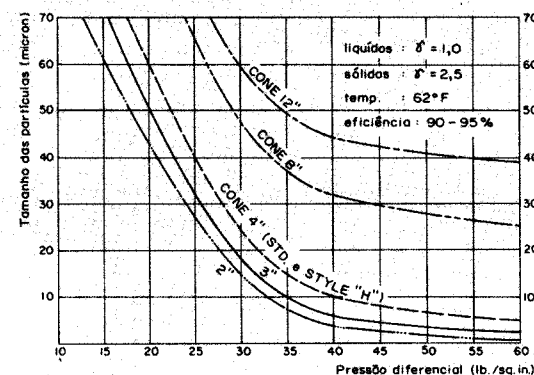
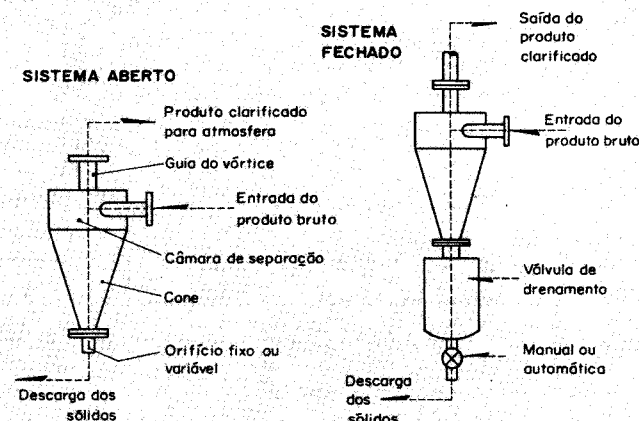
## COLETOR DE PÓ



Fabricação TREU

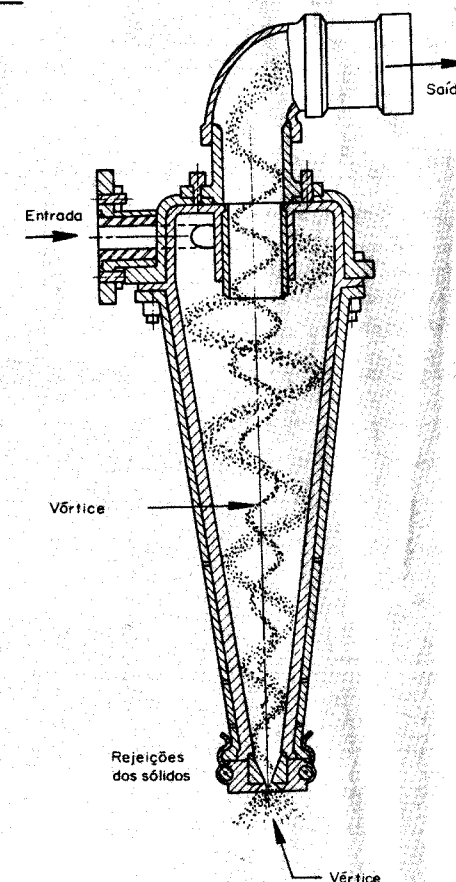
Vazão	pressão estática externa	velocidade	entrada	motor	capacidade do depósito de pó	dimensões (mm)		
						altura	largura	profund.
m <sup>3</sup> /h	mm H <sub>2</sub> O	m/seg	mm	CV	litros			
920	104	32	102	0,75	110	2060	610	610
2040	117	31	152	2	110	2160	610	610
3400	94	29	203	3	200	2540	760	760
4250	127	36	203	5	200	2540	760	760
5950	112	33	254	7,5	300	3330	760	920
7650-9350	127	29	305	10-15	300	3910	760	920
7310-13600	180-290	356	20-25-30	1530	4800	1220	1220	

## SEPARADOR CENTRÍFUGO PARA FLUXOS DE LÍQUIDOS



## CAPACIDADE DO CONE X PRESSÃO DIFERENCIAL

diâmetro do cone	capacidade (gal./min./cone)	Pressão diferencial (lb./sq.in.)															
		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75		
pol.																	
2		7,4	9,0	10,2	11,5	12,8	13,8	14,8	15,5	16,3	17,1	18,0	18,8	19,6	20,5		
3		13,7	16,8	19,4	21,7	23,6	25,4	27,2	28,0	30,5	31,9	33,4	34,8	36,2	37,6		
4 STD		21	26	30	34	37	39	42	45	47	49	51	54	56	58		
4 H		40	50	58	64	70	75	80	85	90	95	99	103	107	111		
8		78	96	110	123	135	146	156	166	174	182	190	198	206	213		
12		200	240	280	315	345	370	400	425	445	465	485	505	525	545		



Fabricação CBV

# PERFIS ESTRUTURAIS

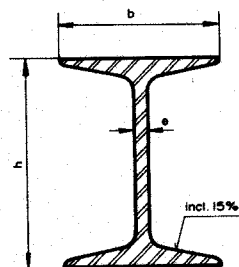
## PERFIS ESTRUTURAIS

A ABNT fixou em estágio experimental as dimensões nominais dos perfis de aço, laminados a quente nas seguintes padronizações:

### P-PB-125 - perfis I ou duplo T

Os perfis I regidos por esta padronização dividem-se em três séries denominadas série leve (L) ou básica, série média (M) e série pesada (P).

As dimensões principais são:



Designação	h	b	e
mm	mm	mm	mm
I 75 E	75	50	4,0
I 75 L	75	60	4,0
I 100 L	100	65	4,5
I 100 M	100	67	6,5
I 125 L	125	75	5,0
I 125 M	125	77	7,0
I 150 L	150	80	5,5
I 150 M	150	82	7,5
I 175 L	175	80	5,5
I 175 M	175	92	7,5
I 200 L	200	100	6,0
I 200 M	200	102	8,0
I 200 P	200	104	10,0
I 225 L	225	105	6,5
I 225 M	225	107	8,5
I 225 P	225	109	10,5
I 250 L	250	110	7,0
I 250 M	250	112	9,0
I 250 P	250	114	11,0
I 275 L	275	115	7,0
I 275 M	275	117	9,0
I 275 P	275	119	11,0
I 300 L	300	120	7,5
I 300 M	300	122	9,5
I 300 P	300	124	11,5

Para as demais dimensões consultar ABNT.

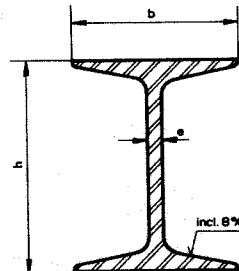
A maneira de designar um perfil I de aço laminado a quente, com 200 mm de altura, da série leve, de aço ABNT 1020 é a seguinte:

I 200 L P-PB-125 ABNT 1020

### P-PB-126 - perfis H

Os perfis H regidos por esta padronização dividem-se em duas séries denominadas série leve (L) e série pesada (P).

As dimensões principais são:



Designação	h	b	e
mm	mm	mm	mm
H 100 L	100	100	8,0
H 100 P	100	102	8,0
H 125 L	125	125	7,0
H 125 P	125	127	9,0
H 150 L	150	150	8,0
H 150 P	150	153	11,0
H 175 L	175	175	9,0
H 175 P	175	178	12,0

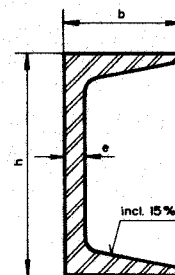
Designação	h	b	e
mm	mm	mm	mm
H 200 L	200	200	10,0
H 200 P	200	203	13,0
H 225 L	225	225	11,0
H 225 P	225	228	14,0
H 250 L	250	250	12,0
H 250 P	250	253	15,0

Para as demais dimensões consultar ABNT.

A maneira de designar um perfil H de aço laminado a quente, com 150 mm de altura, da série leve, de aço ABNT 1020 é a seguinte: H 150 L P-PB-126 ABNT 1020.

### P-PB-127 - perfis U

Dimensões principais:



Designação	h	b	e
mm	mm	mm	mm
U 75	75	40	4,5
U 100	100	45	5,0
U 125	120	50	5,0
U 150	150	55	5,0
U 175	175	60	6,0
U 200	200	65	6,5
U 225	225	70	7,0
U 250	250	75	7,5
U 275	275	80	8,0
U 300	300	85	8,5
U 325	325	90	9,0
U 350	350	95	9,5
U 375	375	100	10,0
U 400	400	105	10,5

A maneira de designar um perfil U de aço, laminado a quente, com 100 mm de altura, de aço ABNT 1020 é a seguinte:

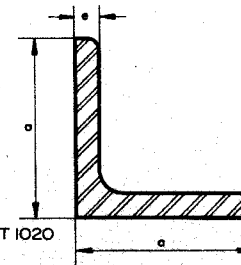
U 100 P-PB-127 ABNT 1020.

### P-PB-128 - cantoneiras de abas iguais

A maneira de designar uma cantoneira de abas iguais, de aço, laminada a quente, com 100 mm de largura de aba e 10 mm de espessura de aba, de aço ABNT 1020 é a seguinte:

L 100 x 100 x 10 P-PB-128 ABNT 1020

Dimensões principais:

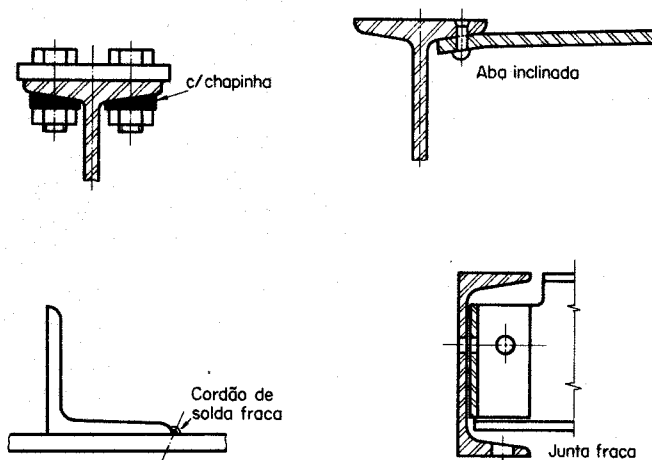


Designação	a x a	e
mm	mm	mm
L 20 x 20 x 3,0	20 x 20	3,0
L 20 x 20 x 4,0	20 x 20	4,0
L 25 x 25 x 3,0	25 x 25	3,0
L 25 x 25 x 4,0	25 x 25	4,0
L 25 x 25 x 5,0	25 x 25	5,0
L 30 x 30 x 3,0	30 x 30	3,0
L 30 x 30 x 4,0	30 x 30	4,0
L 30 x 30 x 5,0	30 x 30	5,0
L 35 x 35 x 3,0	35 x 35	3,0
L 35 x 35 x 4,0	35 x 35	4,0
L 35 x 35 x 5,0	35 x 35	5,0
L 40 x 40 x 3,0	40 x 40	3,0
L 40 x 40 x 4,0	40 x 40	4,0
L 40 x 40 x 5,0	40 x 40	5,0
L 45 x 45 x 3,0	45 x 45	3,0
L 45 x 45 x 4,0	45 x 45	4,0
L 45 x 45 x 6,0	45 x 45	6,0
L 50 x 50 x 4,0	50 x 50	4,0
L 50 x 50 x 5,0	50 x 50	5,0
L 50 x 50 x 6,0	50 x 50	6,0
L 50 x 50 x 7,0	50 x 50	7,0
L 55 x 55 x 5,0	55 x 55	5,0
L 55 x 55 x 8,0	55 x 55	8,0
L 60 x 60 x 5,0	60 x 60	5,0
L 60 x 60 x 6,0	60 x 60	6,0
L 60 x 60 x 8,0	60 x 60	8,0
L 65 x 65 x 5,0	65 x 65	5,0
L 65 x 65 x 6,0	65 x 65	6,0
L 65 x 65 x 8,0	65 x 65	8,0
L 65 x 65 x 10,0	65 x 65	10,0
L 70 x 70 x 5,0	70 x 70	5,0
L 70 x 70 x 7,0	70 x 70	7,0
L 70 x 70 x 9,0	70 x 70	9,0
L 70 x 70 x 11,0	70 x 70	11,0
L 75 x 75 x 5,0	75 x 75	5,0

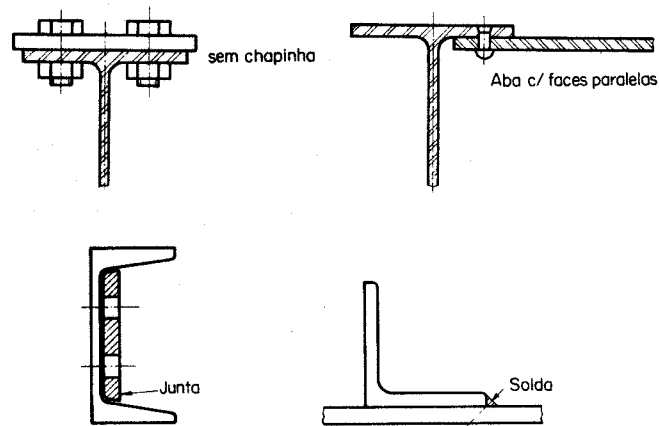
Designação	a x a	e
mm	mm	mm
L 75 x 75 x 6,0	75 x 75	6,0
L 75 x 75 x 7,0	75 x 75	7,0
L 75 x 75 x 10,0	75 x 75	10,0
L 75 x 75 x 12,0	75 x 75	12,0
L 80 x 80 x 6,0	80 x 80	6,0
L 80 x 80 x 8,0	80 x 80	8,0
L 80 x 80 x 10,0	80 x 80	10,0
L 80 x 80 x 12,0	80 x 80	12,0
L 90 x 90 x 6,0	90 x 90	6,0
L 90 x 90 x 8,0	90 x 90	8,0
L 90 x 90 x 10,0	90 x 90	10,0
L 90 x 90 x 12,0	90 x 90	12,0
L 100 x 100 x 6,5	100 x 100	6,5
L 100 x 100 x 8,0	100 x 100	8,0
L 100 x 100 x 10,0	100 x 100	10,0
L 100 x 100 x 12,0	100 x 100	12,0
L 100 x 100 x 14,0	100 x 100	14,0
L 110 x 110 x 8,0	110 x 110	8,0
L 110 x 110 x 10,0	110 x 110	10,0
L 110 x 110 x 12,0	110 x 110	12,0
L 110 x 110 x 15,0	110 x 110	15,0
L 130 x 130 x 10,0	130 x 130	10,0
L 130 x 130 x 12,0	130 x 130	12,0
L 130 x 130 x 15,0	130 x 130	15,0
L 150 x 150 x 10,0	150 x 150	10,0
L 150 x 150 x 12,0	150 x 150	12,0
L 150 x 150 x 15,0	150 x 150	15,0
L 150 x 150 x 18,0	150 x 150	18,0
L 150 x 150 x 21,0	150 x 150	21,0
L 200 x 200 x 15,0	200 x 200	15,0
L 200 x 200 x 18,0	200 x 200	18,0
L 200 x 200 x 21,0	200 x 200	21,0
L 200 x 200 x 25,0	200 x 200	25,0

# PERFIS ESTRUTURAIS

Os perfis são laminados à quente. Podem ser leves, normais ou pesados. Apresentam-se com abas cuneiformes, cantos e bordas arredondadas. Estas características oferecem facilidade de produção e boa resistência, porém apresentam vários **INCONVENIENTES**, como mostram as figuras abaixo:

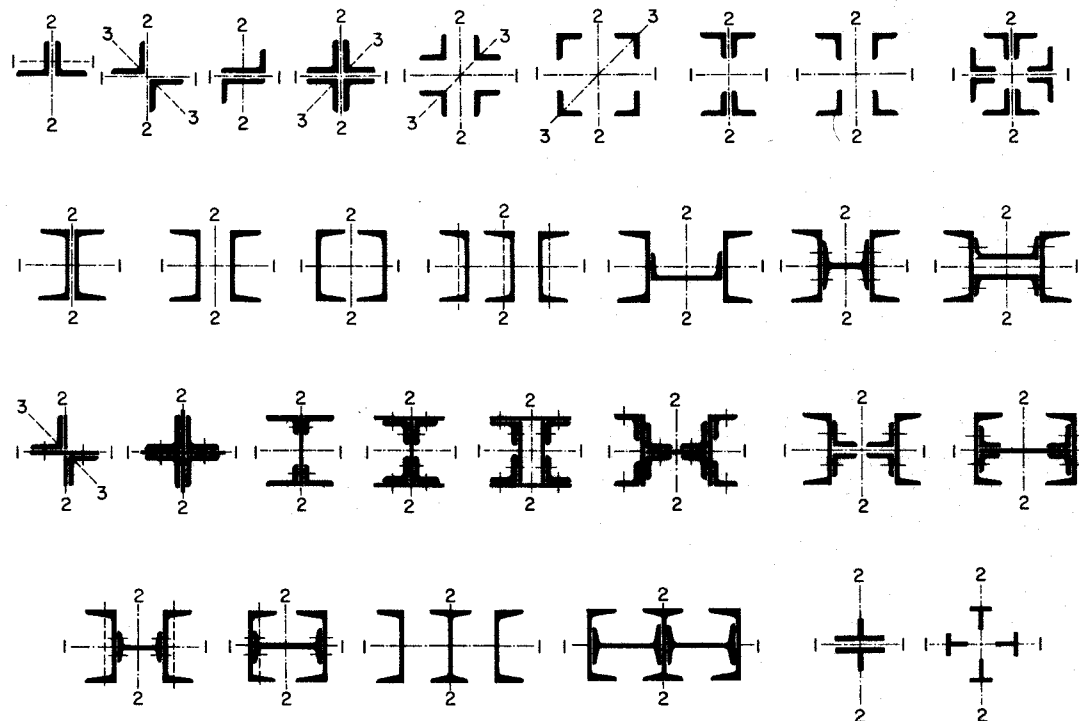


Para **ELIMINAR** estes inconvenientes atualmente se produz perfis com abas e almas com faces paralelas, bordas e cantos.

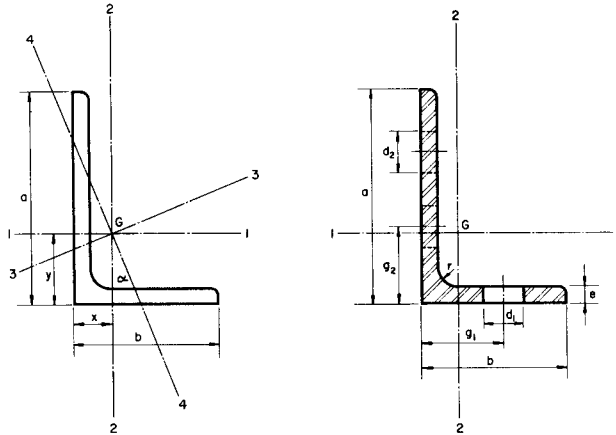


## ACOPLAMENTOS

Os perfis **I** e **H** possuem 2 eixos de simetria perpendiculares entre si. Podem ser utilizados sozinhos, como vigas ou pilares. Os perfis (**L** e **Z**) que não tem nenhum eixo de simetria e os (**L**, **T**, **C**) que possuem apenas 1 eixo de simetria deverão ser utilizados acoplados.



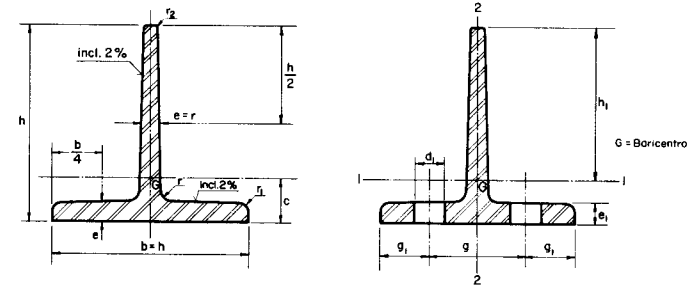
CANTONEIRAS c/ ABAS DESIGUAIS ou EM L (ABNT)



O momento centrífugo é J-y.

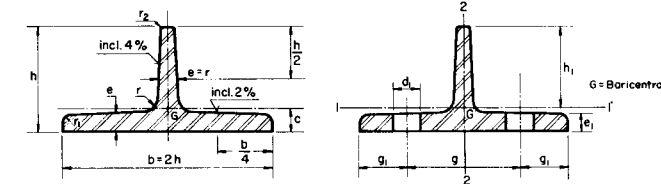
Perfil L	Raio	Seção	Peso	DISTANCIA	Inclinação	Momento de inércia, Módulo de resistência e Raio de giração										Furos p/ rebites			
						1-1		2-2		3-3		4-4		1-2		Distância			
						J <sub>1</sub>	W <sub>1</sub>	J <sub>2</sub>	W <sub>2</sub>	J <sub>3</sub>	W <sub>3</sub>	J <sub>4</sub>	W <sub>4</sub>	J <sub>1-2</sub>	W <sub>1-2</sub>	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>
a · b · t	r	S	Q	y	x	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm	cm	cm
30 · 20 · 3	1,42	1,11	0,99	0,50	0,431	1,25	0,62	0,94	0,44	0,29	0,56	1,43	1,00	0,25	0,42	0,43			
30 · 20 · 4	1,85	1,45	1,03	0,54	0,423	1,59	0,81	0,93	0,55	0,38	0,55	1,81	0,99	0,33	0,42	0,54			
40 · 20 · 3	1,72	1,35	1,43	0,44	0,259	2,79	1,08	1,27	0,47	0,30	0,52	2,96	1,31	0,30	0,42	0,64			
40 · 20 · 4	2,25	1,77	1,47	0,48	0,252	3,59	1,42	1,26	0,60	0,39	0,52	3,79	1,30	0,39	0,42	0,81			
45 · 30 · 4	2,87	2,25	1,48	0,74	0,436	5,78	1,91	1,42	2,05	0,91	0,85	6,65	1,52	1,18	0,64	2,01			
45 · 30 · 5	3,53	2,77	1,52	0,78	0,430	6,99	2,35	1,41	2,47	1,11	0,84	8,02	1,51	1,44	0,64	2,38	1,7	2,5	0,85
50 · 30 · 5	4,29	3,37	2,15	0,68	0,256	15,60	4,04	1,90	2,60	1,12	0,78	16,50	1,96	1,69	0,63	3,56	1,7	3,5	0,85
60 · 30 · 7	5,85	4,59	2,24	0,76	0,248	20,70	5,50	1,88	3,41	1,52	0,76	21,80	1,93	2,28	0,62	4,57			
50 · 40 · 3	2,63	2,06	1,48	0,99	0,632	6,58	1,87	1,58	3,76	1,25	1,20	8,46	1,79	1,89	0,85	2,96			
50 · 40 · 4	3,46	2,71	1,52	1,03	0,629	8,54	2,47	1,57	4,86	1,64	1,19	10,9	1,78	2,46	0,84	3,83	2,2	3	1,1
50 · 40 · 5	4,27	3,55	1,56	1,07	0,625	10,4	3,02	1,56	5,89	2,01	1,18	13,3	1,76	3,03	0,84	4,63			
60 · 40 · 5	4,79	3,76	1,96	0,97	0,437	17,2	4,25	1,89	6,11	2,02	1,13	19,8	2,03	3,50	0,86	5,99	2,2	3,5	1,1
60 · 40 · 6	5,68	4,46	2,00	1,01	0,433	20,1	5,03	1,88	7,12	2,38	1,12	23,1	2,02	4,12	0,85	6,91			
80 · 40 · 8	6,89	5,41	2,85	0,88	0,259	44,9	8,73	2,55	7,59	2,44	1,05	47,6	2,63	4,90	0,84	10,3	2,2	4,5	1,1
100 · 50 · 8	9,01	7,07	2,94	0,95	0,253	57,6	11,4	2,53	9,68	3,18	1,04	60,9	2,60	6,41	0,84	13,0			
100 · 50 · 6	8,73	6,85	3,49	1,04	0,263	89,7	13,8	3,20	15,3	3,86	1,32	95,2	3,30	9,78	1,06	21,0			
100 · 50 · 8	11,5	8,99	3,59	1,13	0,258	116	18,0	3,18	19,5	5,04	1,31	123	3,28	12,6	1,05	26,7	3	5,5	1,3
100 · 65 · 7	11,2	8,77	3,23	1,51	0,419	113	16,6	3,17	37,6	7,54	1,84	128	3,39	21,6	1,39	38,3			
100 · 65 · 9	14,2	11,1	3,32	1,59	0,415	141	21,0	3,15	46,7	9,52	1,82	160	3,36	27,2	1,39	47,3	3,5	5,8	2,1
130 · 65 · 8	15,1	11,9	4,56	1,37	0,263	263	31,1	4,17	44,8	8,72	1,72	280	4,31	28,6	1,38	61,6			
130 · 65 · 10	18,6	14,6	4,65	1,45	0,259	321	38,4	4,15	54,2	10,7	1,71	340	4,27	35,0	1,37	74,1	3,5	5	2,1
120 · 80 · 8	15,5	12,2	3,83	1,87	0,441	226	27,6	3,82	80,8	13,2	2,29	261	4,10	45,8	1,72	79,4			
120 · 80 · 10	19,1	15,0	3,92	1,95	0,438	276	34,1	3,80	98,1	16,2	2,27	318	4,07	56,1	1,71	96,5	4,5	5	2,1
120 · 80 · 12	22,7	17,8	4,00	2,03	0,433	323	40,4	3,77	114	19,1	2,25	371	4,04	66,1	1,71	111			
160 · 80 · 10	23,2	18,2	5,63	1,99	0,263	611	58,9	5,14	104	16,5	2,12	648	5,29	67,0	1,70	141,9	4,5	6	2,1
160 · 80 · 12	27,5	21,6	5,72	1,77	0,259	720	70,0	5,11	122	19,6	2,10	763	5,26	79,9	1,69	166,1			
160 · 80 · 14	31,8	25,0	5,81	1,85	0,256	823	80,7	5,09	139	22,5	2,09	871	5,23	90,5	1,68	188			
150 · 100 · 10	24,2	19,0	4,80	2,34	0,442	552	54,1	4,78	198	25,8	2,86	637	5,13	112	2,15	194			
150 · 100 · 12	28,7	22,6	4,89	2,42	0,439	650	54,2	4,76	232	30,6	2,84	749	5,10	132	2,15	227	5,5	5,5	2,5
150 · 100 · 14	33,2	26,1	4,97	2,50	0,435	744	74,1	4,73	264	35,2	2,82	856	5,07	152	2,14	257			
200 · 100 · 10	29,2	23,0	6,93	2,01	0,266	1220	93,2	6,46	210	26,3	2,68	1300	6,86	133	2,14	289			
200 · 100 · 12	34,8	27,3	7,03	2,10	0,264	1440	111	6,43	247	31,3	2,67	1530	6,83	158	2,13	338	5,5	6	2,5
200 · 100 · 14	40,3	31,6	7,12	2,18	0,262	1650	128	6,41	282	36,1	2,65	1760	6,80	181	2,12	385			

PERFIS EM T c/ ABAS IGUAIS ou BASE ESTREITA (ABNT)



Designação	Medidas em mm		Secção	Peso	c cm	Momento de inércia, Módulo de resistência e Raio de giração						Furos p/ rebites			
	b=h	e=r				S cm²	Q kg/m	1 - 1			2 - 2			g cm	d <sub>1</sub> cm
								J <sub>1</sub> cm⁴	W <sub>1</sub> cm³	ρ <sub>1</sub> cm	J <sub>2</sub> cm⁴	W <sub>2</sub> cm³	ρ <sub>2</sub> cm		
T 15	15	3	0,82	0,65	0,46	0,15	0,14	0,43	0,08	0,11	0,32	—	—		
T 20	20	3	1,12	0,88	0,58	0,38	0,27	0,58	0,20	0,20	0,42	—	—		
T 25	25	3,5	1,64	1,29	0,73	0,87	0,49	0,73	0,43	0,34	0,51	—	—		
T 35	35	4,5	2,97	2,33	0,99	3,10	1,23	1,04	1,57	0,90	0,73	—	—		
T 40	40	5	3,77	2,96	1,12	5,28	1,84	1,18	2,58	1,29	0,83	2,4	0,85		
T 45	45	5,5	4,67	3,67	1,26	8,13	2,51	1,32	4,01	1,78	0,93	2,6	0,85		
T 50	50	6	5,66	4,44	1,39	12,1	3,36	1,46	6,06	2,42	1,03	3	0,85		
T 60	60	7	7,94	6,23	1,66	23,8	5,48	1,73	12,2	4,07	1,24	3,4	0,85		
T 70	70	8	10,6	8,32	1,94	44,5	8,79	2,05	22,1	6,32	1,44	4	1,1		
T 80	80	9	13,6	10,7	2,22	73,7	12,8	2,33	37,0	9,25	1,65	5	1,1		
T 90	90	10	17,1	13,4	2,48	119	18,2	2,64	58,5	13,0	1,85	5	1,3		
T 100	100	11	20,9	16,4	2,74	179	24,6	2,92	88,3	17,7	2,05	6	1,3		
T 120	120	13	29,6	23,2	3,28	366	42,0	3,51	178	29,7	2,45	7	1,7		
T 140	140	15	39,9	31,3	3,80	660	64,7	4,07	330	47,2	2,88	8	2,1		
T 160	160	15	45,8	35,9	4,20	1010	85,5	4,68	490	61,3	3,27	—	—		
T 180	180	18	61,7	48,5	4,80	1720	130	5,27	857	95,2	3,73	—	—		

PERFIS EM T c/ ABAS DESIGUAIS ou BASE LARGA

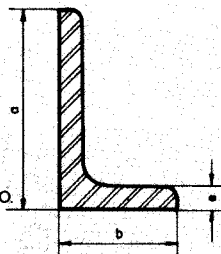


Designação	Medidas em mm			Seção	Peso	Momento de inércia, Módulo de resistência e Raio de giração								Furos p/ rebites	
	b	h	e + r			1 - 1			2 - 2			g	d <sub>1</sub>		
						J <sub>1</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>1</sub> cm <sup>3</sup>	ρ <sub>1</sub> cm	J <sub>2</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>2</sub> cm <sup>3</sup>	ρ <sub>2</sub> cm				
T 60	60	30	5,5	4,64	3,64	0,67	2,58	1,11	0,75	8,62	2,87	1,36	3,4	0,85	
T 70	70	35	6	5,94	4,66	0,77	4,49	1,85	0,87	15,1	4,31	1,59	4	1,1	
T 80	80	40	7	7,91	6,21	0,88	7,81	2,50	0,99	28,5	7,13	1,90	5	1,1	
T 90	90	45	8	10,2	8,01	1,00	12,7	3,63	1,11	46,1	10,2	2,12	5	1,3	
T 100	100	50	8,5	12,0	9,42	1,09	18,7	4,78	1,25	67,7	13,5	2,38	6	1,3	
T 120	120	60	10	17,0	13,4	1,30	38,0	8,09	1,49	137	22,8	2,84	7	1,7	
T 140	140	70	11,5	22,8	17,9	1,51	68,9	12,6	1,74	258	36,9	3,36	8	2,1	
T 160	160	80	13	29,5	23,2	1,72	117	18,6	1,99	422	52,8	3,78	9	2,1	
T 180	180	90	14,5	37,0	29,1	1,93	185	26,2	2,24	670	74,4	4,25	10	2,5	
T 200	200	100	16	45,4	36,6	2,14	277	35,2	2,47	1000	100	4,69	11	2,5	

### P-PB-129 - cantoneiras de abas desiguais ou perfil L

A maneira de designar uma cantoneira de abas desiguais, de aço, laminadas a quente, com 150 mm e 100 mm de largura de abas e 120 mm de espessura de aba, de aço ABNT 1020 é a seguinte:

L 150x100x12 P-PB-129 ABNT 1020.



Dimensões principais:

Designação	a x b mm	e mm	Designação	a x b mm	e mm
L 30 x 20 x 3,0	30 x 20	3,0	L 80 x 50 x 10,0	80 x 50	10,0
L 30 x 20 x 4,0	30 x 20	4,0	L 90 x 60 x 6,0	90 x 60	6,0
L 40 x 25 x 3,0	40 x 25	3,0	L 90 x 60 x 8,0	90 x 60	8,0
L 40 x 25 x 4,0	40 x 25	4,0	L 90 x 60 x 10,0	90 x 60	10,0
L 40 x 25 x 5,0	40 x 25	5,0	L 90 x 60 x 12,0	90 x 60	12,0
L 45 x 30 x 3,0	45 x 30	3,0	L 100 x 75 x 6,0	100 x 75	6,0
L 45 x 30 x 4,0	45 x 30	4,0	L 100 x 75 x 8,0	100 x 75	8,0
L 45 x 30 x 5,0	45 x 30	5,0	L 100 x 75 x 10,0	100 x 75	10,0
L 50 x 30 x 4,0	50 x 30	4,0	L 100 x 75 x 12,0	100 x 75	12,0
L 50 x 30 x 5,0	50 x 30	5,0	L 130 x 75 x 8,0	130 x 75	8,0
L 50 x 30 x 6,0	50 x 30	6,0	L 130 x 75 x 10,0	130 x 75	10,0
L 60 x 40 x 5,0	60 x 40	5,0	L 130 x 75 x 12,0	130 x 75	12,0
L 60 x 40 x 6,0	60 x 40	6,0	L 130 x 90 x 10,0	130 x 90	10,0
L 60 x 40 x 8,0	60 x 40	8,0	L 130 x 90 x 12,0	130 x 90	12,0
L 65 x 45 x 5,0	65 x 45	5,0	L 150 x 75 x 8,0	150 x 75	8,0
L 65 x 45 x 6,0	65 x 45	6,0	L 150 x 75 x 10,0	150 x 75	10,0
L 65 x 45 x 8,0	65 x 45	8,0	L 150 x 75 x 12,0	150 x 75	12,0
L 70 x 50 x 5,0	70 x 50	5,0	L 150 x 100 x 10,0	150 x 100	10,0
L 70 x 50 x 6,0	70 x 50	6,0	L 150 x 100 x 12,0	150 x 100	12,0
L 70 x 50 x 8,0	70 x 50	8,0	L 150 x 100 x 14,0	150 x 100	14,0
L 70 x 50 x 10,0	70 x 50	10,0	L 180 x 90 x 10,0	180 x 90	10,0
L 75 x 50 x 5,0	75 x 50	5,0	L 180 x 90 x 12,0	180 x 90	12,0
L 75 x 50 x 6,0	75 x 50	6,0	L 180 x 90 x 14,0	180 x 90	14,0
L 75 x 50 x 8,0	75 x 50	8,0	L 200 x 100 x 10,0	200 x 100	10,0
L 75 x 50 x 10,0	75 x 50	10,0	L 200 x 100 x 12,0	200 x 100	12,0
L 80 x 50 x 5,0	80 x 50	5,0	L 200 x 100 x 14,0	200 x 100	14,0
L 80 x 50 x 6,0	80 x 50	6,0	L 200 x 100 x 16,0	200 x 100	16,0
L 80 x 50 x 8,0	80 x 50	8,0			

### PADRÃO AMERICANO

A Companhia Siderúrgica Nacional fabrica perfis estruturais de acordo com as dimensões do padrão americano mostradas nas tabelas das páginas seguintes. Mediante entendimento prévio, a Companhia pode produzir perfis com medidas indicadas por outras normas.

Os perfis estruturais produzidos classificam-se em dois grupos: de aço-carbono e de aço de baixa liga.

Os perfis estruturais de aço-carbono são os destinados a satisfazer os requisitos comumente exigidos na construção de estruturas comuns, pontes, edifícios, vagões, navios, etc. A resistência à corrosão atmosférica pode ser melhorada até 2 vezes com adição de cobre.

Os perfis estruturais de aço de baixa liga são de aço-carbono, contendo baixos teores de elementos de liga, possuidores de características mecânicas mais elevadas e que permitem considerável redução no peso de estruturas, pontes, equipamentos móveis, etc. A resistência à corrosão atmosférica é de 4 a 6 vezes a do aço comum.

### Perfis estruturais de aço-carbono

Para pontes, edifícios e grandes estruturas a CSN segue as seguintes normas:

tipo CSN ou norma	limite de escoamento mínimo kg/mm <sup>2</sup>	limite de resistência kg/mm <sup>2</sup>	alongamento mínimo em 203 mm %
ASTM-A-7-66	23,19	42,18/52,72	21
ASTM-A-36-66	25,30	40,77/56,24	20
qualidade comum	—	38/56	20

Na porcentagem de alongamento em 203 mm deduz-se 1,25% para cada decréscimo de 0,8 mm na espessura a partir de 8 mm, e 0,5% para cada acréscimo de 3,2 mm a partir de 19 mm.

### Perfis estruturais de aço baixa liga

São produzidos com os aços tipo AR-CSN.

Os aços de alta resistência são designados pela sigla AR, seguida do valor do limite de escoamento mínimo em kg/mm<sup>2</sup>. No caso de aço patenteado segue-se a designação da marca, como no caso do COR-TEN.

São as seguintes as principais características mecânicas dos aços de alta resistência:

tipo CSN ou norma	limite de escoamento mínimo kg/mm <sup>2</sup>	limite de resistência mínimo kg/mm <sup>2</sup>	alongamento mínimo em 203 mm %
AR-30	30	44,3	20
AR-32	32	47,1	19
AR-35	35	49,2	18
AR-35 COR-TEN A	35,2	49,2	19
AR-35 COR-TEN B	35,2	49,2	19
AR-42 COR-TEN C	42,2	56,3	16
ASTM-A-242	35,2	49,2	18

Na porcentagem de alongamento em 203 mm deduz-se 1,25% para cada decréscimo de 0,8 mm da espessura a partir de 8 mm, e 0,5% para cada acréscimo de 3,2 mm a partir de 19 mm.

### Comprimento

Os comprimentos-padrão são as seguintes: 6 000 mm, 9 000 mm e 12 000 mm.

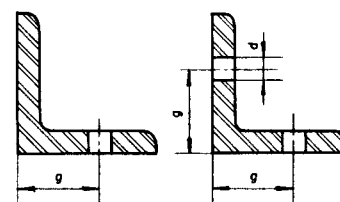
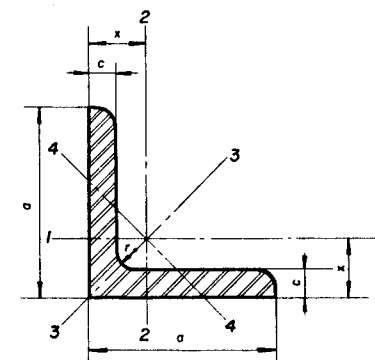
Comprimentos diferentes dos padrões podem ser fornecidos entre 5 000 e 12 000 mm. Outros comprimentos, somente mediante consulta prévia.

### NORMA DIN

Após as tabelas de perfis nas normas ABNT e DIN nas páginas seguintes, são apresentadas tabelas de perfis no padrão americano.

# CANTONEIRAS (ABAS IGUAIS)

Perfil	a	a	c	r	Seção	Pêso	x	Eixo 1-1; 2-2			Eixo 3-3		Eixo 4-4			Vigas compostas					Furo para rebite	
								J	W	$\rho$	J	$\rho$	J	W	$\rho$	Seção	Pêso	$\bar{I}$	$\bar{I}$	$\bar{I}$	g	d
mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>2</sup>	kg/m	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm
15. 15. 3					0,82	0,64	0,48	0,15	0,15	0,43	0,24	0,54	0,06	0,09	0,27							
15. 15. 4					1,05	0,82	0,51	0,19	0,19	0,42	0,29	0,53	0,08	0,11	0,28							
20. 20. 3					1,12	0,88	0,60	0,39	0,28	0,59	0,62	0,74	0,15	0,18	0,37	2,24	1,76	1,76	0,59	0,74		
20. 20. 4					1,45	1,14	0,64	0,48	0,35	0,58	0,77	0,73	0,19	0,21	0,36							
25. 25. 3					1,42	1,12	0,73	0,79	0,45	0,75	1,27	0,95	0,31	0,30	0,47	2,84	2,24	0,75	0,95	0,95		
25. 25. 4					1,85	1,45	0,76	1,01	0,58	0,74	1,61	0,93	0,40	0,37	0,47							
25. 25. 5					2,26	1,77	0,80	1,18	0,69	0,72	1,87	0,91	0,50	0,44	0,47							
30. 30. 3					1,74	1,36	0,84	1,41	0,65	0,90	2,24	1,14	0,57	0,48	0,57	3,48	2,72	0,90	1,14	1,14	1,7	0,85
30. 30. 4					2,27	1,78	0,89	1,81	0,86	0,89	2,85	1,12	0,76	0,61	0,58							
30. 30. 5					2,78	2,18	0,92	2,16	1,04	0,88	3,41	1,11	0,91	0,70	0,57							
35. 35. 4					2,67	2,10	1,00	2,96	1,18	1,05	4,68	1,33	1,24	0,88	0,68	5,34	4,20	1,05	1,33	1,33	2,0	1,1
35. 35. 6					3,87	3,04	1,08	4,14	1,71	1,04	6,50	1,30	1,77	1,16	0,68							
40. 40. 4					3,08	2,42	1,12	4,48	1,56	1,21	7,09	1,52	1,86	1,18	0,78	6,16	4,84	1,21	1,52	1,52	2,5	1,1
40. 40. 5					3,79	2,97	1,16	5,43	1,91	1,20	8,64	1,51	2,22	1,35	0,77							
40. 40. 6					4,48	3,52	1,20	6,33	2,26	1,19	9,88	1,49	2,67	1,57	0,77							
45. 45. 5					4,30	3,38	1,28	7,83	2,43	1,35	12,4	1,70	3,25	1,80	0,87	8,6	6,76	1,35	1,70	1,70	3,5	1,1
45. 45. 7					5,86	4,60	1,36	10,4	3,31	1,33	16,4	1,67	4,39	2,29	0,87							
50. 50. 5					4,80	3,77	1,40	11,0	3,05	1,51	17,4	1,90	4,59	2,32	0,98	9,6	7,54	1,51	1,90	1,90	3,5	1,7
50. 50. 6					5,69	4,47	1,45	12,8	3,61	1,50	20,4	1,89	5,24	2,57	0,96							
50. 50. 7					6,56	5,15	1,49	14,6	4,15	1,49	23,1	1,88	6,02	2,85	0,96							
50. 50. 9					8,24	6,47	1,56	17,9	5,20	1,47	28,1	1,85	7,67	3,47	0,97							
55. 55. 6					6,31	4,95	1,56	17,3	4,40	1,66	27,4	2,08	7,24	3,28	1,07	12,6	9,90	1,66	2,08	2,08	3,5	1,7
55. 55. 8					8,23	6,46	1,64	22,1	5,72	1,64	34,8	2,06	9,35	4,03	1,07							
55. 55.10					10,1	7,90	1,72	26,3	6,97	1,62	41,4	2,02	11,3	4,65	1,06							
60. 60. 6					6,91	5,42	1,69	22,8	5,29	1,82	36,1	2,29	9,43	3,95	1,17	13,8	10,84	1,82	2,29	2,29	3,5	1,7
60. 60. 8					9,03	7,09	1,77	29,1	6,88	1,80	46,1	2,26	12,1	4,84	1,16							
60. 60.10					11,1	8,69	1,85	34,9	8,41	1,78	55,1	2,23	14,6	5,57	1,15							
65. 65. 7					8,70	6,83	1,85	33,4	7,18	1,96	53,0	2,47	13,8	5,27	1,26	17,4	13,66	1,96	2,47	2,47	3,5	1,7
65. 65. 9					11,0	8,62	1,93	41,3	9,04	1,94	65,4	2,44	17,2	6,30	1,25							
65. 65.11					13,2	10,3	2,00	48,8	10,8	1,91	76,8	2,42	20,7	7,31	1,25							
70. 70. 7					9,40	7,38	1,97	42,4	8,43	2,12	67,1	2,67	17,6	6,31	1,37	18,8	14,76	2,12	2,67	2,67	4,0	1,7
70. 70. 9					11,9	9,34	2,05	52,6	10,6	2,10	83,1	2,64	22,0	7,59	1,36							
70. 70.11					14,3	11,2	2,13	61,8	12,7	2,08	97,6	2,61	26,0	8,64	1,35							
75. 75. 7					10,1	7,94	2,09	52,4	9,67	2,28	83,6	2,88	21,1	7,15	1,45	20,2	15,88	2,28	2,88	2,88	4,0	1,7
75. 75. 8					11,5	9,03	2,13	58,9	11,0	2,26	93,3	2,85	24,4	8,11	1,46							
75. 75.10					14,1	11,1	2,21	71,4	13,5	2,25	113	2,83	29,8	9,55	1,45							
75. 75.12					16,7	13,1	2,29	82,4	15,8	2,22	130	2,79	34,7	10,7	1,44							
80. 80. 8					12,3	9,66	2,26	72,3	12,6	2,42	115	3,06	29,6	9,25	1,55	24,6	19,32	2,42	3,06	3,06	4,0	2,1
80. 80.10					15,1	11,9	2,34	87,5	15,5	2,41	139	3,03	35,9	10,9	1,54							
80. 80.12					17,9	14,1	2,41	102	18,2	2,39	161	3,00	43,0	12,6	1,53							
80. 80.14					20,6	16,1	2,48	115	20,8	2,36	181	2,96	48,6	13,9	1,54							
90. 90. 9					15,5	12,2	2,54	116	16,0	2,74	184	3,45	47,8	13,3	1,76	31	24,4	2,74	3,45	3,45	5,0	2,1
90. 90.11					18,7	14,7	2,62	138	21,6	2,72	218	3,41	57,1	15,4	1,75							
90. 90.13					21,8	17,1	2,70	158	25,1	2,69	250	3,39	65,9	17,3	1,74							
90. 90.16					26,4	20,7	2,81	186	30,1	2,66	294	3,34	79,1	19,9	1,73							
100.100.10					19,2	15,1	2,82	177	24,7	3,04	280	3,82	73,3	18,4	1,95	38,4	30,2	3,04	3,82	3,82	5,5	2,1
100.100.12					22,7	17,8	2,90	207	29,2	3,02	328	3,80	86,2	21,0	1,95							
100.100.14					26,2	20,6	2,98	235	33,5	3,00	372	3,77	98,3	23,4	1,94							
100.100.20					36,2	28,4	3,20	311	45,8	2,93	488	3,67	134	29,5	1,93							
110.110.10					21,2	16,6	3,07	239	30,1	3,36	379	4,23	98,6	22,7	2,16	42,4	33,2	3,36	4,23	4,23	5,0	2,1
110.110.12					25,1	19,7	3,15	280	35,7	3,34	444	4,21	116	26,1	2,15							
110.110.14					29,0	22,8	3,21	319	41,0	3,32	505	4,18	133	29,3	2,14							
120.120.11					25,4	19,9	3,36	341	39,5	3,66	541	4,62	140	29,5	2,35	50,8	39,8	3,66	4,62	4,62	5,0	2,1
120.120.13					29,7	23,3	3,44	394	46,0	3,64	625	4,59	162	33,3	2,34							
120.120.15					33,9	26,6	3,51	446	52,6	3,63	705	4,56	186	37,5	2,34							
120.120.20					44,2	34,7	3,70	562	67,7	3,57	887	4,48	236	45,0	2,31							
130.130.12					30,0	23,6	3,64	472	50,4	3,97	750	5,00	194	37,7	2,54	60,0	47,2	3,97	5,0	5,0	5,0	2,5
130.130.14					34,7	27,2	3,72	540	58,2	3,94	857	4,97	223	42,4	2,53							
130.130.16					39,3	30,9	3,80	605	65,8	3,92	959	4,94	251	46,7	2,52							
140.140.13					35,0	27,5	3,92	638	63,3	4,27	1010	5,38	262	47,3	2,74	70,0	55,0	4,27	5,34	5,34	5,5	2,5
140.140.15					40,0	31,4	4,00	723	72,3	4,25	1150	5,36	298	52,7	2,73							
140.140.17					45,0	35,3	4,08	805	81,2	4,23	1280	5,33	334	57,9	2,72							



# CARGA ADMISSÍVEL À FLAMBAGEM

(CANTONEIRAS DE ABAS IGUAIS)

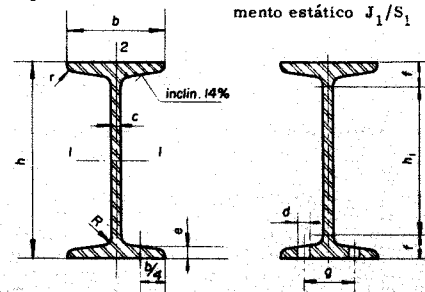
Carga em tonelada —  $\bar{\sigma}_f = 1,4 \text{ t/cm}^2$

Perfil normal		Peso kg/m	Secção cm <sup>2</sup>	Comprimento ideal $\ell_0$ ( m )																		
				0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4	4,5
35 x 4	┌	2,10	2,67	2,05	1,14	0,73	0,51	0,37	0,29													
40 x 4		2,42	3,08	2,82	1,72	1,11	0,77	0,57	0,43	0,34												
45 x 5		3,38	4,30	4,37	3,05	1,92	1,34	0,98	0,75	0,59												
50 x 5		3,77	4,80	5,28	4,08	2,73	1,91	1,39	1,07	0,84												
55 x 6		4,95	6,31	7,22	5,93	4,36	2,98	2,21	1,66	1,32												
60 x 6		5,42	6,91	8,21	7,09	5,58	3,85	2,85	2,18	1,72	1,40	1,16	0,87	0,83	0,72							
65 x 7		6,83	8,70	10,5	9,38	7,76	5,75	4,18	3,19	2,55	2,04	1,68	1,43	1,21	1,05	0,91						
70 x 7		7,38	9,40	11,7	10,6	9,08	7,22	5,35	4,06	3,24	2,61	2,15	1,82	1,54	1,34	1,16	1,02	0,90				
75 x 7		7,94	10,10	12,8	11,6	10,3	8,43	6,38	4,94	3,88	3,14	2,59	2,17	1,87	1,61	1,39	1,22	1,09				
80 x 8		9,66	12,3						6,86	5,41	4,37	3,61	3,03	2,58	2,22	1,93	1,72	1,52	1,35	1,21		
90 x 9	12,2	15,5						11,3	8,82	7,05	5,86	4,96	4,19	3,63	3,18	2,77	2,46	2,18	1,97	1,78		
100 x 10	15,1	19,2						16,3	13,6	10,7	8,69	7,51	6,42	5,48	4,79	4,23	3,75	3,32	2,99	2,70	2,13	
110 x 10	16,6	21,2						20,2	17,7	14,7	12,1	10,2	8,73	7,42	6,50	5,73	5,09	4,5	4,05	3,67	2,9	
120 x 11	19,9	25,4						26,1	23,2	20,5	17,2	14,5	12,2	10,6	9,16	8,12	7,15	6,42	5,73	5,21	4,12	
130 x 12	23,6	30,0						32,3	29,8	26,8	23,4	20,3	17,1	14,7	12,8	11,2	9,88	8,81	7,89	7,20	5,67	
140 x 13	27,5	35,0						39,5	36,6	33,8	30,8	26,9	23,2	19,9	17,4	15,1	13,5	12,10	10,7	9,71	7,60	
45 x 5	┐	6,76	8,60	10,7	9,62	7,44	6,50	4,70	3,60	2,87	2,23	1,92	1,61	1,37	1,19	1,03	0,91					
50 x 5		7,54	9,60	12,2	11,2	9,27	8,56	6,64	5,05	4,02	3,26	2,66	2,25	1,92	1,68	1,43	1,26					
55 x 6		9,90	12,60	16,3	15,3	13,2	12,3	10,3	8,14	6,39	5,19	4,21	3,55	3,02	2,61	2,28	2,0	1,77				
60 x 6		10,84	13,80	18,1	17,1	15,3	14,4	12,6	10,6	8,36	6,76	5,58	4,68	3,99	3,44	3,00	2,64	2,34				
65 x 7		13,66	17,40	23,1	22,0	19,9	19,1	17,3	14,8	12,3	9,90	8,21	6,92	5,82	5,04	4,40	3,88	3,44				
70 x 7		14,76	18,80	25,2	24,1	22,2	21,3	19,7	17,7	15,2	12,7	10,3	8,71	7,35	6,38	5,52	4,88	4,35				
75 x 7		15,98	20,2	27,2	26,3	24,5	23,6	22,2	20,3	18,0	15,5	13,0	10,8	9,19	7,90	6,85	6,11	5,39				
80 x 8		19,32	24,6						25,7	23,4	20,5	17,9	14,9	12,7	10,8	9,46	8,35	7,44	6,56	5,91	5,35	4,21
90 x 9		24,4	31,0						34,9	32,4	29,9	27,3	23,8	20,5	17,6	15,4	13,4	11,9	10,7	9,50	8,6	6,82
100 x 10		30,2	38,4						44,9	43,0	40,2	37,6	34,2	30,5	27,2	23,3	20,6	18,1	16,3	14,5	13,0	10,4
110 x 10	33,2	42,4						51,3	49,2	47,1	44,8	42,1	38,8	35,4	32,1	28,0	24,6	21,9	10,6	17,7	14,0	
120 x 11	39,8	50,8						63,0	61,2	58,5	56,4	53,2	50,4	46,5	43,2	39,7	35,1	31,4	27,8	25,3	19,9	
130 x 12	47,2	60,0						76,4	74,0	71,8	69,1	66,7	63,4	59,6	55,6	51,9	47,6	43,6	38,7	34,9	27,8	
140 x 13	55,0	70,0						90,3	88,0	85,3	82,5	80,1	77,0	73,2	70,5	65,8	61,6	57,4	52,9	47,3	37,5	
35 x 4	└	4,20	5,34			5,0	3,96	2,85	2,19	1,72	1,4	1,16	0,97	0,83	0,71	0,62	0,55					
40 x 4		4,84	6,16			6,46	5,50	4,35	3,29	2,6	2,1	1,74	1,46	1,25	1,07	0,94	0,82	0,73	0,65	0,58		
45 x 5		6,76	8,60			9,62	8,54	7,31	5,81	4,53	3,66	3,06	2,56	2,17	1,87	1,64	1,44	1,27	1,13	1,01	0,92	
50 x 5		7,54	9,60			11,2	10,3	9,14	7,88	6,34	5,15	4,22	3,57	3,03	2,63	2,28	2,01	1,77	1,59	1,42	1,28	1,01
55 x 5		9,90	12,60			15,3	14,2	13,1	11,5	9,84	8,14	6,63	5,64	4,77	4,00	3,6	3,14	2,81	2,49	2,23	2,02	1,60
60 x 6		10,84	13,80			17,1	16,3	15,2	13,9	12,3	10,8	8,91	7,40	6,28	5,49	4,76	4,17	3,73	3,31	2,96	2,67	2,10
65 x 7		13,66	17,40			22,1	20,9	19,2	18,4	16,8	15,0	13,2	11,0	9,33	8,06	7,04	6,09	5,41	4,83	4,34	3,93	3,11
70 x 7		14,76	18,80			24,3	23,2	22,2	20,9	19,5	17,7	16,0	14,0	11,9	10,1	8,87	7,74	6,89	6,10	5,52	4,95	3,90
75 x 7		15,98	20,2			26,3	25,4	24,3	23,1	21,8	20,5	18,7	16,9	15,0	12,8	11,0	9,70	8,59	7,64	6,85	6,19	4,91
80 x 8		19,32	24,6						29,0	27,5	26	24,1	22,2	19,9	17,4	15,2	13,2	11,8	10,5	9,46	8,48	6,74
90 x 9	24,4	31,0						38,0	36,5	34,9	33,1	31,2	29,1	26,8	24,2	21,4	18,8	17,0	15,2	13,6	10,9	
100 x 10	30,2	38,4						48,3	46,8	45,3	43,3	41,4	39,4	37,1	34,2	31,5	29,0	25,9	23,3	20,6	16,3	
110 x 10	33,2	42,4						54,5	53	51,7	50	48,1	46,6	44,4	42,1	39,3	37,3	34,2	31,6	28,0	22,3	
120 x 11	39,8	50,8						66,1	64,9	63,4	61,5	59,9	58,1	55,9	53,7	51,6	48,4	45,9	43,2	39,7	32,1	
130 x 12	47,2	60,0						79	77,8	76,4	74,5	72,7	70,7	68,6	66,7	64,0	61,6	58,7	55,6	52,8	44,7	
140 x 13	55,0	70,0						93,3	92	90,3	88,5	86,3	84,8	82,5	80,1	78,3	75,4	72,5	69,5	66,7	57,4	

# VIGAS "I"

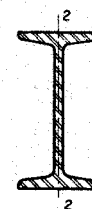
Perfil	Dimensões (mm)						Seção cm <sup>2</sup>	Peso kg/m	Eixo 1-1			Eixo 2-2			S <sub>1</sub> cm <sup>3</sup>	s <sub>1</sub> cm	Furo para rebite (cm)			
	h	b	c	e	R	r			J	W	ρ	J	W	ρ			f	h <sub>1</sub>	g	d
8	80	42	3,9	5,9	3,9	2,3	7,58	5,95	77,8	19,5	3,20	6,29	3,00	0,91	11,4	6,84	10,5	59	22	-
10	100	50	4,5	6,8	4,5	2,7	10,6	8,32	171	34,2	4,01	12,2	4,88	1,07	19,9	8,57	12,5	75	26	-
12	120	58	5,1	7,7	5,1	3,1	14,2	11,2	328	54,7	4,81	21,5	7,41	1,23	31,8	10,3	14,0	92	30	-
14	140	66	5,7	8,6	5,7	3,4	17,3	14,4	573	81,9	5,61	35,2	10,7	1,40	47,7	12,0	15,5	109	34	11
16	160	74	6,3	9,5	6,3	3,8	22,8	17,9	935	117	6,40	54,7	14,8	1,55	68,0	13,7	17,5	125	38	14
18	180	82	6,9	10,4	6,9	4,1	27,9	21,9	1450	161	7,20	81,3	19,8	1,71	93,4	15,5	19,0	142	44	14
20	200	90	7,5	11,3	7,5	4,5	33,5	26,3	2140	214	8,00	117	26,0	1,87	125	17,2	20,5	159	46	17
22	220	98	8,1	12,2	8,1	4,9	39,6	31,1	3060	278	8,80	162	33,1	2,02	162	18,9	22,5	175	52	17
24	240	106	8,7	13,1	8,7	5,2	46,1	36,2	4250	354	9,59	221	41,7	2,20	206	20,6	24,0	192	56	17
26	260	113	9,4	14,1	9,4	5,6	53,4	41,0	5740	442	10,4	288	51,0	2,32	257	22,3	26,0	208	53	20
28	280	119	10,1	15,2	10,1	6,1	61,1	45,0	7590	542	11,1	364	61,2	2,45	316	24,0	27,5	225	62	20
30	300	125	10,8	16,2	10,8	6,5	69,1	54,2	9800	653	11,9	451	72,2	2,56	381	25,7	29,5	241	64	20
32	320	131	11,5	17,3	11,5	6,9	77,8	61,1	12510	782	12,7	555	84,7	2,67	457	27,4	31,5	257	70	20
34	340	137	12,2	18,3	12,2	7,3	86,8	68,1	15700	923	13,5	674	98,4	2,80	540	29,1	33,0	274	74	20
36	360	143	13,0	19,5	13,0	7,8	97,1	76,2	19610	1090	14,2	818	114	2,90	638	30,7	35,0	290	74	23
38	380	149	13,7	20,5	13,7	8,2	107	84,0	24010	1260	15,0	975	131	3,02	741	32,4	37,0	306	80	23
40	400	155	14,4	21,6	14,4	8,6	118	92,6	28210	1460	15,7	1160	149	3,13	857	34,1	38,5	323	84	23
42,5	425	163	15,3	23,0	15,3	9,2	132	104	36970	1740	16,7	1440	176	3,30	1020	36,2	41,0	343	86	26
45	450	170	16,2	24,3	16,2	9,7	147	115	45850	2040	17,7	1730	203	3,43	1200	38,3	43,5	363	92	26
47,5	475	178	17,1	25,6	17,1	10,3	163	128	56480	2380	18,6	2090	235	3,60	1400	40,4	45,5	384	96	26
50	500	185	18,0	27,0	18,0	10,8	180	141	68740	2750	19,6	2480	268	3,72	1620	42,4	48,0	404	100	26
55	550	200	19,0	30,0	19,0	11,9	213	167	99180	3610	21,4	3490	349	4,02	2120	46,8	53,0	444	110	26
60	600	215	21,6	32,4	21,6	13,0	254	199	139000	4630	23,4	4670	434	4,30	2730	50,9	57,5	485	120	26

S<sub>1</sub> = momento estático em relação ao eixo 1-1  
s<sub>1</sub> = relação entre momento de inércia e momento estático J<sub>1</sub>/S<sub>1</sub>



Perfil	Comprimento ideal $\ell_0$ (m)															
	1,50	1,60	1,70	1,80	1,90	2,00	2,20	2,40	2,50	2,60	2,80	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
14	9,45	8,33	7,28	6,50	5,85	5,30	4,39	3,66	3,38	3,13	2,71	2,37	2,01	1,73		
16	14,4	12,7	11,2	10,0	8,92	8,10	6,69	5,61	5,21	4,78	4,12	3,59	3,06	2,64	2,30	
18	21,4	18,9	16,9	15,0	13,4	12,1	9,91	8,44	7,74	7,15	6,14	5,39	4,58	3,93	3,44	3,02
20	29,5	26,6	24,3	21,6	19,1	17,3	14,2	12,1	11,0	10,3	8,82	7,75	6,55	5,67	4,91	4,33
22	37,7	35,3	32,5	30,0	26,8	24,0	19,7	16,6	15,2	14,1	12,1	10,6	9,05	7,83	6,78	5,98
24	47,3	44,5	42,2	39,2	36,6	33,5	27,3	23,0	21,0	19,6	16,9	14,7	12,4	10,8	9,45	8,24
26	56,4	54,3	51,6	48,2	45,4	42,4	35,3	29,8	27,1	25,2	21,6	19,0	16,1	13,9	12,0	10,7
28	67,2	64,6	62,1	59,0	55,2	51,9	45,5	37,8	34,8	32,2	27,8	24,3	20,4	17,7	15,4	13,6
30	77,3	74,5	72,3	69,6	65,8	62,4	54,8	46,7	42,7	39,3	34,4	29,9	25,3	21,8	19,2	16,8
32	89,0	86,4	83,0	80,6	77,2	73,1	65,1	57,9	52,6	49,2	41,7	36,7	30,9	26,8	23,5	20,5
34	101	98,6	95,5	92,6	89,1	86,2	77,4	68,9	65,7	60,0	51,5	44,8	38,2	32,8	28,6	25,1
36	114	112	109	106	102	98,7	90,0	81,1	77,1	72,3	61,3	54,2	45,8	39,3	34,5	30,2
38	128	125	122	119	115	112	103	95,4	89,3	84,9	74,0	64,8	54,3	47,0	41,2	36,3
40	143	140	137	134	130	126	119	108	104	98,5	89,2	76,2	64,5	55,7	48,6	42,6

## CARGA ADMISSÍVEL À FLAMBAGEM NAS VIGAS SIMPLES

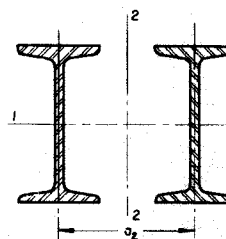


Carga em tonelada

$$\bar{\sigma}_f = 1,4 \text{ t/cm}^2$$

Perfil	Seccção cm <sup>2</sup>	J <sub>1</sub> cm <sup>4</sup>	ρ <sub>1</sub> cm	a <sub>2</sub> mm	ρ <sub>2</sub> cm	Comprimento ideal ℓ <sub>0</sub> (m)														
						2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00
8	15,16	155,6	3,2	70	3,68	13,9	12,3	10,5	8,8	7,6	6,6	5,8	5,1	4,5	4,1					
10	21,2	342	4,01	80	4,15	23,0	21,5	20,0	18,4	16,6	14,6	12,2	11,1	10,0	8,8	7,9	7,3	6,6		
12	28,4	656	4,81	100	5,15	33,8	32,3	30,6	29,0	27,5	24,8	23,2	20,8	18,9	16,7	15,0	13,7	12,5	11,0	10,5
14	36,6	1150	5,61	120	6,16	45,1	44,0	42,8	41,3	39,8	37,9	36,3	33,9	32,2	29,5	27,7	24,7	22,6	20,8	18,9
16	45,6	1870	6,40	130	6,69	58,3	56,9	55,6	54,1	52,5	51,0	49,1	47,7	45,9	43,4	41,2	38,7	36,2	34,0	30,8
18	55,8	2900	7,20	150	7,69	72,7	71,5	70,1	68,8	67,2	65,8	63,8	62,4	60,1	58,4	56,7	53,9	51,7	49,1	46,6
20	67,0	4280	8,00	170	8,70	88,9	87,5	86,1	84,7	83,2	81,6	80,2	78,4	76,6	75,0	72,2	69,4	68,1	65,6	63,0
22	79,2	6120	8,80	180	9,23	106	105	104	102	101	98,9	97,7	95,9	94,0	91,9	89,9	88,0	85,4	83,7	81,3
24	92,2	8500	9,59	200	10,2	124	123	122	121	120	118	116	114	112	110	109	106	105	102	99,4
26	107	11480	10,4	220	11,2	145	144	143	142	140	139	137	135	134	131	130	128	125	123	121
28	122	15180	11,1	230	11,8	166	165	164	163	161	160	158	157	154	152	150	149	146	144	142
30	138	19600	11,9	250	12,8	189	188	187	186	185	182	181	179	177	176	173	171	169	167	165
32	156	25020	12,7	260	13,3	214	213	211	210	209	208	207	205	203	201	199	197	195	192	190
34	174	31400	13,5	280	14,3	239	238	237	236	235	233	232	231	229	227	225	222	220	217	216
36	194	39220	14,2	300	15,3	267	266	265	264	262	262	260	259	256	255	253	250	248	247	244
38	214	48020	15,0	310	15,8	295	294	294	292	291	289	288	287	285	283	281	279	276	275	272
40	236	58420	15,7	330	16,8	325	325	324	323	322	320	319	317	316	315	312	310	307	305	303

## CARGA ADMISSÍVEL À FLAMBAGEM NAS VIGAS COMPOSTAS



Carga em tonelada

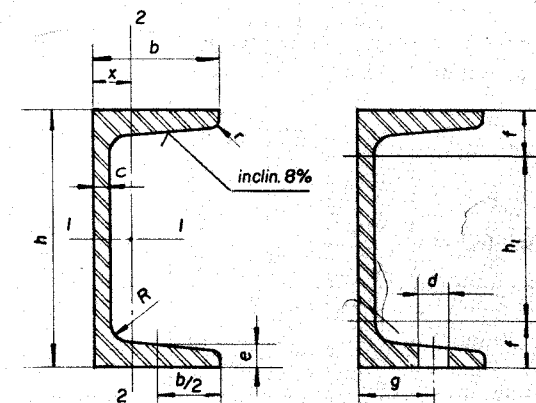
$$\bar{\sigma}_f = 1,4 \text{ t/cm}^2$$

a<sub>2</sub> = distância entre os eixos  
tal que ρ<sub>1</sub> = ρ<sub>2</sub>

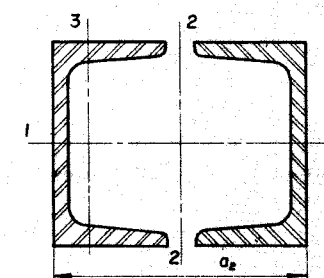
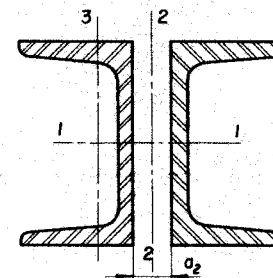


## VIGAS "U"

Perfil	Dimensões (mm)						Seção cm <sup>2</sup>	Peso kg/m	x cm	Eixo 1-1			Eixo 2-2			Furo para rebites cm			
	h	b	c	e	R	r				J cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	$\rho$ cm	J cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	$\rho$ cm	f	h <sub>1</sub>	g	d
3	30	33	5	7	7	3,5	5,44	4,27	1,31	6,39	4,26	1,08	5,33	2,68	0,99	14,5	1		
4	40	35	5	7	7	3,5	6,21	4,87	1,33	14,1	7,05	1,50	6,68	3,08	1,04	14,5	11	20	11
5	50	38	5	7	7	3,5	7,12	5,59	1,37	26,4	10,6	1,92	9,12	3,75	1,13	15	20	20	11
6	65	42	5,5	7,5	7,5	4	9,03	7,09	1,42	57,5	17,7	2,52	14,1	5,07	1,25	16	33	25	11
8	80	45	6	8	8	4	11,0	8,64	1,45	106	26,5	3,10	19,4	6,36	1,33	17	46	25	14
10	100	50	6	8,5	8,5	4,5	13,5	10,6	1,55	206	41,2	3,91	29,3	8,49	1,47	18	64	30	14
12	120	55	7	9	9	4,5	17,0	13,4	1,60	364	60,7	4,62	43,2	11,1	1,59	19	82	30	17
14	140	60	7	10	10	5	20,4	16,0	1,75	605	86,4	5,45	62,7	14,8	1,75	21	98	35	17
16	160	65	7,5	10,5	10,5	5,5	24,0	18,8	1,84	925	116	6,21	85,3	18,3	1,89	22,5	115	35	20
18	180	70	8	11	11	5,5	28,0	22,0	1,92	1350	150	6,95	114	22,4	2,02	23,5	133	40	20
20	200	75	8,5	11,5	11,5	6	32,2	25,3	2,01	1910	191	7,70	148	27,0	2,14	24,5	151	40	23
22	220	80	9	12,5	12,5	6,5	37,4	29,4	2,14	2690	245	8,48	197	33,6	2,26	26,5	167	45	23
24	240	85	9,5	13	13	6,5	42,3	33,2	2,23	3600	300	9,22	248	39,6	2,42	28	184	45	26
26	260	90	10	14	14	7	48,3	37,9	2,36	4820	371	9,99	317	47,7	2,56	30	200	50	26
28	280	95	10	15	15	7,5	53,3	41,8	2,53	6280	448	10,9	399	57,2	2,74	32	216	50	26
30	300	100	10	16	16	8	58,8	46,2	2,70	8030	535	11,7	495	67,8	2,90	34	232	55	26



## CARGA ADMISSÍVEL À FLAMBAGEM NAS VIGAS COMPOSTAS

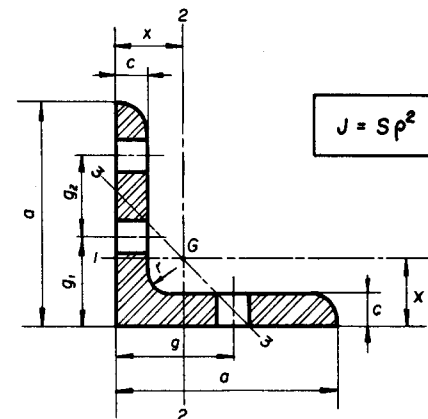
Carga em tonelada -  $\bar{\sigma}_f = 1,4 \text{ t/cm}^2$ 

Perfil	Secção	J <sub>1</sub>	ρ <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>		ρ <sub>3</sub>	Comprimento ideal ℓ <sub>0</sub> (m)																	
				]]	[[		2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00
	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm			cm																		
8	22,0	212	3,10	30	100	1,33	19,0	18,1	17,2	16,4	14,9	13,9	11,8	10,2	8,9	7,82	6,94	6,19	5,56	5,03	4,56	4,16	3,80	3,46
19	27,0	412	3,91	50	110	1,47	28,8	28,3	27,5	26,4	25,7	24,7	22,5	20,1	17,4	15,4	13,5	12,1	10,9	9,74	8,89	8,04	7,39	6,82
12	34,0	728	4,62	60	130	1,59	39,5	38,9	38,3	37,4	36,6	35,9	34,2	31,5	29,4	26,5	24,1	21,5	19,0	17,2	15,5	14,2	13,1	11,9
14	40,8	1210	5,45	75	150	1,75	50,0	49,4	48,8	48,4	47,7	47,0	45,2	43,5	41,5	39,4	36,9	34,1	31,9	28,9	26,3	23,7	21,5	20,9
16	48,0	1850	6,21	90	170	1,89	61,1	60,3	59,9	59,2	58,5	58,1	56,6	54,9	53,3	51,2	49,3	47,0	44,5	41,5	38,7	36,3	33,2	30,3
18	56,0	2700	6,95	100	180	2,02	72,6	72,3	71,6	71,3	70,4	69,9	68,2	67,0	65,0	63,1	61,6	59,2	57,5	54,8	51,9	49,9	46,8	44,4
20	64,4	3820	7,70	120	200	2,14	85,1	84,3	83,9	83,5	82,7	82,3	80,9	79,4	77,5	75,9	74,2	72,6	70,1	68,0	66,1	63,9	60,5	58,2
22	74,8	5380	8,48	130	220	2,30	100	99,3	98,8	98,3	97,9	97,4	96,1	94,6	92,8	91,1	89,5	87,5	85,6	83,7	81,4	79,0	76,8	74,3
24	84,6	7200	9,22	150	240	2,42	114	113	113	113	112	111	110	109	107	106	104	102	99,7	97,4	96,1	94,0	92,1	89,4
26	96,6	9640	9,99	160	260	2,56	131	130	130	130	129	129	127	126	124	123	121	119	117	116	113	111	109	107
28	107	12550	10,9	180	280	2,74	146	145	145	144	144	143	142	141	140	138	137	135	133	131	130	128	125	123
30	118	16060	11,7	200	300	2,90	161	161	161	160	160	159	158	157	156	154	153	152	149	147	146	144	142	140

# CANTONEIRAS (ABAS IGUAIS)

# (PADRÃO AMERICANO)

DIMENSÕES									PÊSO		SEÇÃO	EIXOS 1-1; 2-2			EIXO 3-3
a		c		x	r	g	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	lb/pé	kg/m	S	J	W	P	P
pol	mm	pol	mm	mm	mm	mm	mm	mm			cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm
1"	25,40	1/8	3,18	7,62					0,80	1,19	1,48	0,8	0,49	0,78	0,48
		3/16	4,76	8,13					1,16	1,73	2,19	1,2	0,65	0,76	0,48
		1/4	6,35	8,63					1,49	2,22	2,84	1,7	0,98	0,73	0,48
1 1/4"	31,75	1/8	3,18	8,88					1,01	1,50	1,93	1,7	0,82	0,96	0,63
		3/16	4,76	9,65					1,48	2,20	2,77	2,5	1,15	0,96	0,61
		1/4	6,35	10,16					1,92	2,86	3,61	3,3	1,47	0,94	0,61
1 1/2"	38,10	1/8	3,18	10,66					1,23	1,83	2,32	3,3	1,15	1,17	0,76
		3/16	4,76	11,18					1,80	2,68	3,42	4,6	1,64	1,17	0,74
		1/4	5,35	11,93					2,34	3,49	4,45	5,8	2,13	1,14	0,74
1 3/4"	44,45	5/16	7,94	12,43					2,86	4,27	5,42	6,6	2,62	1,12	0,74
		1/8	3,18	12,20					1,44	2,15	2,71	5,4	1,64	1,39	0,89
		3/16	4,76	12,95					2,12	3,16	4,00	7,5	2,29	1,37	0,89
2"	50,80	1/4	6,35	13,46					2,77	4,13	5,22	9,6	3,11	1,34	0,86
		5/16	7,94	13,97					3,39	5,05	6,45	11,2	3,77	1,32	0,86
		3/8	9,53	16,25					4,70	7,00	8,77	20,0	5,73	1,50	0,99
2 1/2"	63,50	3/16	4,75	17,52					3,07	4,57	5,80	22,9	4,91	1,98	1,24
		1/4	6,35	18,30		35			4,10	6,10	7,67	29,1	6,39	1,96	1,24
		5/16	7,94	18,80					5,00	7,44	9,48	35,4	7,86	1,93	1,24
3"	76,20	3/8	9,53	19,30					5,90	8,78	11,16	40,8	9,34	1,90	1,22
		1/4	6,35	21,34	7,94				4,90	7,30	9,29	49,9	9,50	2,36	1,50
		5/16	7,94	22,10	7,94				6,10	9,08	11,48	62,4	11,8	2,34	1,50
4"	101,60	3/8	9,53	22,60	7,94	44			7,20	10,72	13,61	74,9	13,6	2,31	1,48
		7/16	11,11	23,10	7,94				8,30	12,35	15,67	83,2	15,6	2,31	1,48
		1/2	12,70	23,60	7,94				9,40	13,99	17,74	91,6	18,0	2,29	1,48
5"	127,00	3/8	9,53	28,90	9,53				9,80	14,58	18,45	183,1	24,6	3,12	2,00
		7/16	11,11	29,45	9,53				11,30	16,82	21,35	208,1	29,5	3,12	1,98
		1/2	12,70	30,00	9,53	64			12,80	19,05	24,19	233,1	32,8	3,10	1,98
6"	152,40	9/16	14,29	30,70	9,53				14,30	21,28	26,96	253,9	36,0	3,07	1,96
		5/8	15,88	31,20	9,53				15,70	23,36	29,74	278,8	39,3	3,05	1,96
		1/2	12,70	36,30	12,70				16,2	24,11	30,64	470,3	52,4	3,91	2,49
7"	177,80	9/16	14,29	37,10	12,70				18,1	26,94	34,25	516,1	57,3	3,89	2,49
		5/8	15,88	37,60	12,70	76	51	44	20,0	29,76	37,80	566,0	63,9	3,86	2,46
		11/16	17,46	38,10	12,70				21,8	32,44	41,29	611,8	68,8	3,84	2,46
8"	203,20	3/4	19,05	38,60	12,70				23,6	35,12	44,77	653,4	73,7	3,81	2,46
		3/8	9,53	41,70	12,70				14,9	22,17	28,13	640,9	57,3	4,78	3,02
		7/16	11,11	42,20	12,70				17,2	25,60	32,64	736,6	67,2	4,75	3,02
9"	228,60	1/2	12,70	42,70	12,70				19,6	29,17	37,09	828,2	75,4	4,72	3,00
		9/16	14,29	43,40	12,70				21,9	32,59	41,48	919,7	86,6	4,70	3,00
		5/8	15,88	43,90	12,70	89	57	64	24,2	36,01	45,87	1007,1	93,4	4,67	2,97
10"	254,00	11/16	17,46	44,40	12,70				26,5	39,44	50,19	1090,4	101,6	4,65	2,97
		3/4	19,05	45,20	12,70				28,7	42,71	54,45	1173,6	109,8	4,65	2,97
		13/16	20,64	45,70	12,70				31,0	46,13	58,64	1252,7	118,0	4,62	2,97
11"	279,40	7/8	22,23	46,20	12,70				33,1	49,26	62,77	1327,6	124,5	4,60	2,97
		1/2	12,70	55,60	15,88				26,4	39,29	49,99	2022,6	137,6	6,37	4,02
		9/16	14,29	56,15	15,88				29,6	44,05	55,99	2251,5	152,4	6,35	4,02
12"	304,80	5/8	15,88	56,65	15,88				32,7	48,66	61,99	2472,1	168,8	6,32	4,02
		11/16	17,46	57,15	15,88				35,8	53,28	67,93	2688,5	183,5	6,30	4,02
		3/4	19,05	57,90	15,88	114	76	76	38,9	57,89	73,80	2900,8	199,9	6,27	3,99
13"	330,30	13/16	20,64	58,35	15,88				42,0	62,50	79,60	3108,9	214,6	6,25	3,99
		7/8	22,23	58,80	15,88				45,0	66,97	85,35	3312,8	229,4	6,22	3,96
		15/16	23,81	59,40	15,88				48,1	71,58	91,09	3508,4	244,1	6,20	3,96
14"	355,60	1	25,40	60,20	15,88				51,0	75,90	96,76	3704,0	258,9	6,20	3,96



Designação de uma cantoneira de abas iguais com

a = 2" , c = 3/16" :

L 2"x2"x 3/16"

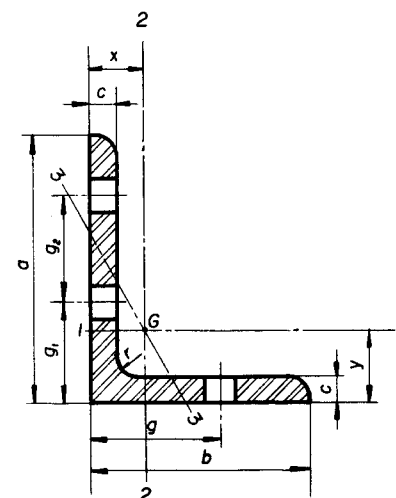
## PERFIS NÃO ESTRUTURAIS (esquadrias, caixilhos)

Bitolas		Pêso	Bitolas		Pêso
Polegadas	Milímetros	kg/m	Polegadas	Milímetros	kg/m
3/4 x 1/8	19,05 x 3,17	0,88	1 3/4 x 1/4	44,45 x 6,35	4,12
3/16	4,76	1,20	5/16	7,94	5,15
7/8 x 1/8	22,22 x 3,17	1,04	2 x 3/16	50,80 x 4,76	3,63
3/16	4,76	1,49	1/4	6,35	4,76
1 x 1/8	25,40 x 3,17	1,19	5/16	7,94	5,83
3/16	4,76	1,73	3/8	9,52	6,99
1 1/4 x 1/8	31,75 x 3,17	1,50	2 1/2 x 1/4	63,50 x 6,35	6,10
3/16	4,76	2,20	5/16	7,94	7,44
1/4	6,35	2,86	3/8	9,52	8,78
1 1/2 x 1/8	38,10 x 3,17	1,83	3 x 1/4	76,20 x 6,35	7,29
3/16	4,76	2,68	5/16	7,94	8,96
1/4	6,35	3,48	3/8	9,52	10,72
1 3/4 x 3/16	44,45 x 4,76	3,00	1/2	12,70	14,00

# CANTONEIRAS (ABAS DESIGUAIS)

# (PADRÃO AMERICANO)

TAMANHO NOMINAL	DIMENSÕES								PÊSO		SEÇÃO	EIXO 1-1				EIXO 2-2			EIXO 3-3
	a	b	c	y	x	r	g	g <sub>1</sub>	g <sub>2</sub>	lb/pé	kg/m	S	J	W	P	J	W	P	P
	mm	mm	mm	cm	cm	mm	mm	mm	mm			cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm
3½"x2½"	88,90	63,50	6,35	2,82	1,55	7,94	51			4,9	7,29	9,29	74,91	12,29	2,84	32,46	6,72	1,88	1,37
			7,94	2,89	1,62					6,1	9,08	11,48	91,56	15,24	2,82	39,12	8,19	1,86	1,37
			9,53	2,95	1,68					7,2	10,71	13,61	108,20	18,02	2,80	45,78	9,67	1,83	1,37
4"x3"	101,60	76,20	7,94	3,20	1,93	9,53	64			7,2	10,71	13,61	141,5	19,7	3,22	70,75	12,12	2,26	1,65
			9,53	3,25	1,98					8,5	12,65	16,00	166,5	24,6	3,20	79,07	14,25	2,24	1,63
			11,11	3,30	2,03					9,8	14,58	18,51	187,3	27,8	3,18	91,56	16,38	2,21	1,63
			12,70	3,38	2,11					11,1	16,52	20,96	208,1	31,1	3,18	99,88	18,02	2,19	1,63
4"x3½"	101,60	88,90	6,35	2,95	2,31	9,53	64			6,1	9,08	11,48	120,7	16,4	3,22	87,40	13,27	2,71	1,85
			7,94	3,00	2,36					7,7	11,46	14,51	149,8	21,3	3,20	108,2	16,38	2,71	1,85
			9,53	3,07	2,44					9,1	13,54	17,22	174,8	24,6	3,18	124,8	19,66	2,69	1,85
			11,11	3,12	2,49					10,6	15,77	19,93	199,8	27,8	3,15	141,5	21,30	2,67	1,83
5"x3½"	127,00	88,90	12,70	3,18	2,54	11,11	76	51	44	11,9	17,71	22,58	220,6	31,1	3,12	158,1	24,58	2,64	1,83
			7,94	4,04	2,14					8,7	12,95	16,51	274,7	31,1	4,08	112,4	16,38	2,60	1,93
			9,53	4,08	2,19					10,4	15,48	19,67	324,6	37,7	4,06	133,2	19,66	2,57	1,93
			11,11	4,14	2,24					12,0	17,86	22,77	370,4	42,6	4,04	149,8	22,94	2,55	1,93
			12,70	4,22	2,31					13,6	20,24	25,80	416,2	49,1	4,02	166,5	26,22	2,55	1,91
			14,29	4,27	2,36					15,2	22,62	28,83	457,8	54,1	3,99	183,1	27,85	2,54	1,91
			15,88	4,32	2,42					16,8	25,00	31,74	499,4	60,6	3,96	199,8	31,13	2,52	1,91
			17,46	4,37	2,46					18,3	27,23	34,64	541,0	65,5	3,96	216,4	34,41	2,49	1,91
6"x4"	152,40	101,60	19,05	4,44	2,54	12,70	89	57	64	19,8	29,47	37,48	578,5	70,4	3,94	233,1	36,05	2,49	1,91
			9,53	4,92	2,39					12,3	18,30	23,29	561,8	54,1	4,90	203,9	26,2	2,97	2,24
			11,11	4,97	2,44					14,3	21,28	26,96	645,1	62,3	4,87	233,1	29,5	2,95	1,21
			12,70	5,05	2,52					16,2	24,11	30,64	724,1	70,4	4,85	262,2	34,4	2,92	2,21
			14,29	5,10	2,55					18,1	26,94	34,25	803,2	78,6	4,83	287,2	37,7	2,89	2,21
			15,88	5,16	2,62					20,0	29,75	37,80	878,1	86,8	4,83	312,1	41,0	2,87	2,18
			17,46	5,23	2,69					21,8	32,44	41,28	948,9	95,0	4,80	337,1	45,9	2,87	2,18
			19,05	5,28	2,74					23,6	35,12	44,77	1019,6	101,6	4,77	362,1	49,1	2,84	2,18
7"x4"	177,80	101,60	12,70	6,15	2,34	12,70	102	64	76	17,9	26,64	33,87	1111,2	95,0	5,71	270,5	34,4	2,82	2,21
			14,29	6,20	2,39					20,0	29,76	37,93	1231,9	106,5	5,69	299,6	39,3	2,82	2,21
			15,88	6,25	2,44					22,1	32,89	41,87	1348,4	116,3	5,69	324,6	42,6	2,79	2,18
			17,46	6,32	2,51					24,2	36,01	45,74	1460,8	127,8	5,66	353,7	45,9	2,77	2,18
			19,05	6,37	2,56					26,2	38,99	49,61	1573,2	137,6	5,64	378,7	49,1	2,77	2,18
8"x4"	203,20	101,60	12,70	7,26	2,18	12,70	114	76	76	19,6	29,17	37,09	1602,3	122,9	6,58	278,8	36,0	2,74	2,18
			14,29	7,31	2,23					21,9	32,59	41,48	1781,2	137,6	6,55	308,0	39,3	2,72	2,18
			15,88	7,39	2,31					24,2	36,01	45,87	1951,9	150,7	6,50	337,1	42,6	2,72	2,18
			17,46	7,44	2,36					26,5	39,44	50,19	2122,5	163,8	6,50	362,1	45,9	2,69	2,16
			19,05	7,49	2,41					28,7	42,71	54,45	2284,8	178,6	6,48	391,2	50,8	2,67	2,16
			20,64	7,57	2,49					31,0	46,13	58,64	2443,0	191,7	6,45	416,2	54,1	2,67	2,16
			22,23	7,62	2,54					33,1	49,26	62,77	2597,0	204,8	6,42	437,0	57,3	2,64	2,16
			23,81	7,67	2,59					35,3	52,53	62,90	2750,9	217,9	6,40	462,0	60,6	2,62	2,16
			25,40	7,75	2,67					37,4	55,66	70,96	2896,6	231,0	6,40	482,8	63,9	2,61	2,16



$$J = S \rho^2$$

Designação de uma cantoneira

de abas desiguais com:

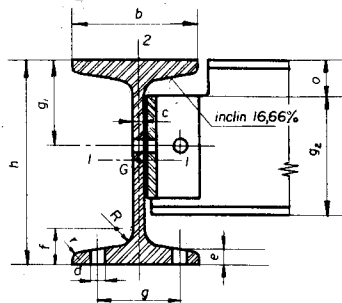
a=4"; b=3"; c=3/8"

L 4"x3"x 3/8"

# VIGAS "I"

(PADRÃO AMERICANO)

# VIGAS "H"



Ex.: Designação de uma viga "I" com  
h = 8", b = 108,25 mm, c = 13,5 mm  
**I 8" x 4" x 0,532"**

Ex.: Designação de uma viga "H" com:  
h = 6", b = 151 mm, c = 8 mm

**H 6" x 6" x 5/16"**

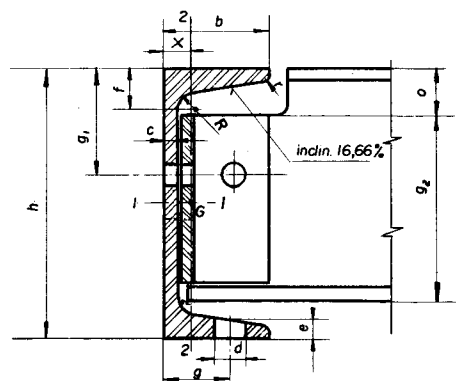


TAMANHO NOMINAL	DIMENSÕES EM mm										pol.	PÊSO		SECCÃO	EIXO 1-1				EIXO 2-2		
	h	b	c	g	e	g <sub>1</sub>	o	g <sub>2</sub>	d	lb/pé	kg/m				S cm <sup>2</sup>	J cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	P cm	J cm <sup>4</sup>	W cm <sup>3</sup>	P cm
4" x 4"	102	102	8	57	10	51	19	64	5/8	13,8	20,54	25,74	445,4	87,7	4,16	149,8	29,4	2,41			
5" x 5"	127	127	8	70	11	51	21	85	3/4	18,9	28,13	35,29	990,6	156,0	5,30	324,7	51,1	3,03			
6" x 6"	152	151	8	89	13	57	22	108	7/8	25,0	37,20	47,29	1956,3	256,7	6,43	620,2	82,1	3,62			
		154	11	89	13	57	22	108	7/8	27,5	40,42	52,13	2052,0	269,3	6,27	666,0	86,5	3,57			

TAMANHO NOMINAL	DIMENSÕES EM mm												PÊSO		SECCÃO	EIXO 1-1				EIXO 2-2		
	h	b	c	g	e	f	d	R	r	g <sub>1</sub>	o	g <sub>2</sub>	lb/pé	kg/m		S cm²	J cm⁴	W cm³	P cm	J cm⁴	W cm³	P cm
3"x2 3/8"	76,20	59,18 61,24 63,73	4,32 6,38 8,86	38,1 38,1 38,1	6,35 6,35 6,35	14,29 14,29 14,29	9,52 9,52 9,52	6,86 6,86 6,86	2,54 2,54 2,54	- - -	14 14 14	48 48 48	5,7 6,5 7,5	8,48 9,57 11,16	10,58 12,13 14,00	104,0 112,3 120,6	27,8 29,5 31,1	3,12 3,02 2,92	19,14 21,22 24,55	6,55 7,05 7,70	1,35 1,32 1,32	
4"x2 5/8"	101,60	67,56 69,16 71,02 72,90	4,83 6,43 8,28 10,16	38,1 38,1 38,1 38,1	7,94 7,94 7,94 7,94	15,86 15,86 15,86 15,86	12,70 12,70 12,70 12,70	7,37 7,37 7,37 7,37	2,79 2,79 2,79 2,79	51 51 51 51	16 16 16 16	70 70 70 70	7,7 8,5 9,5 10,5	11,46 12,65 14,14 15,63	14,26 15,87 17,81 19,68	249,6 262,2 278,8 295,5	49,2 52,4 54,1 57,3	4,15 4,06 3,96 3,86	32,05 34,54 37,87 41,62	9,50 10,00 10,65 11,47	1,50 1,47 1,47 1,45	
5"x3"	127,00	76,20 79,68 83,41	5,33 8,81 12,55	44,4 44,4 44,4	7,94 7,94 7,94	17,46 17,46 17,46	12,70 12,70 12,70	7,87 7,87 7,87	3,30 3,30 3,30	51 51 51	18 18 18	91 91 91	10,00 12,25 14,75	14,88 18,23 21,95	18,52 22,97 27,68	503,6 561,9 624,3	78,6 88,5 98,3	5,21 4,95 4,75	49,94 58,27 70,75	13,43 14,91 16,39	1,65 1,60 1,60	
6"x3 3/8"	152,40	84,58 87,45 90,55	5,84 8,71 11,81	50,8 50,8 50,8	7,94 9,52 9,52	19,05 19,05 19,05	15,87 15,87 15,87	8,38 8,38 8,38	3,56 3,56 3,56	51 51 51	19 19 19	114 114 114	12,50 14,75 17,25	18,60 21,95 25,67	23,29 27,68 32,39	907,3 990,5 1082,1	119,6 129,4 142,6	6,25 5,99 5,79	74,92 87,40 95,73	18,02 19,66 21,30	1,83 1,75 1,73	
8" x 4"	203,20	101,60 103,60 105,94 108,25	6,86 8,86 11,20 13,51	57,1 57,1 57,1 57,1	11,11 11,11 11,11 11,11	22,22 22,22 22,22 22,22	19,05 19,05 19,05 19,05	9,40 9,40 9,40 9,40	4,06 4,06 4,06 4,06	57 57 57 57	22 22 22 22	159 159 159 159	18,40 20,50 23,00 25,50	27,38 30,50 34,22 37,94	34,45 38,52 43,29 47,93	2368,2 2505,5 2672,0 2834,3	232,7 247,4 262,2 278,6	8,28 8,08 7,85 7,70	158,1 166,5 183,1 195,6	31,13 32,77 34,41 36,05	2,13 2,08 2,06 2,03	
10" x 4 5/8"	254,00	118,36 121,84 125,58 129,31	7,87 11,35 15,09 18,82	69,8 69,8 69,8 69,8	12,70 12,70 12,70 12,70	25,40 25,40 25,40 25,40	19,05 19,05 19,05 19,05	10,41 10,41 10,41 10,41	4,83 4,83 4,83 4,83	64 64 64 64	25 25 25 25	204 204 204 204	25,40 30,00 35,00 40,00	37,80 44,65 52,09 59,53	47,61 56,45 65,93 75,42	5081,8 5556,3 6068,2 6576,0	399,8 437,5 478,5 517,8	10,34 9,93 9,60 9,35	287,2 316,3 353,8 391,2	49,16 52,44 57,71 60,63	2,46 2,36 2,31 2,29	
12" x 5 1/4"	304,80	133,35 136,02 139,12 142,24	11,68 14,35 17,45 20,57	76,2 76,2 76,2 76,2	16,87 16,87 17,46 17,46	33,34 33,34 33,34 33,34	19,05 19,05 19,05 19,05	14,22 14,22 14,22 14,22	7,11 7,11 7,11 7,11	70 70 70 70	33 33 33 33	239 239 239 239	40,80 45,00 50,00 55,00	60,71 66,97 74,41 81,85	76,39 84,51 94,00 103,48	11192 11824 12553 13289	734,1 775,1 824,3 871,8	12,11 11,84 11,56 11,33	574,3 616,0 665,9 720,0	86,85 90,13 95,04 101,6	2,74 2,69 2,67 2,64	
18" x 6"	457,20	152,40 154,61 156,69 158,78	11,68 13,89 15,98 18,06	88,9 88,9 88,9 88,9	17,46 17,46 17,46 17,46	34,92 34,92 34,92 34,92	22,22 22,22 22,22 22,22	14,22 14,22 14,22 14,22	7,11 7,11 7,11 7,11	70 70 70 70	35 35 35 35	387 387 387 387	54,70 60,00 65,00 70,00	81,40 89,29 96,73 104,17	102,84 112,90 122,45 132,00	33109 34869 36530 38186	1448,6 1525,6 1597,7 1669,8	17,96 17,58 17,27 17,02	882,3 928,1 973,9 1020	116,3 119,6 124,5 127,8	2,92 2,87 2,82 2,77	
20" x 7"	508,00	177,8 179,15 181,00 182,88 184,73	15,24 16,59 18,44 20,32 22,17	101,6 101,6 101,6 101,6 101,6	22,22 22,22 23,81 23,81 23,81	44,45 44,45 44,45 44,45 44,45	25,40 25,40 25,40 25,40 25,40	17,78 17,78 17,78 17,78 17,78	9,14 9,14 9,14 9,14 9,14	83 83 83 83 83	44 44 44 44 44	420 420 420 420 420	81,40 85,00 90,00 95,00 100,0	121,14 126,50 133,94 141,38 148,82	153,16 160,00 169,42 178,97 188,39	61027 62501 64523 66579 68602	2402,0 2461,0 2540,0 2622,0 2700,0	19,96 19,76 19,51 19,28 19,07	1906 1956 2027 2102 2181	214,7 217,9 224,5 229,4 236,0	3,53 3,50 3,45 3,43 3,40	

# VIGAS "U"

# (PADRÃO AMERICANO)



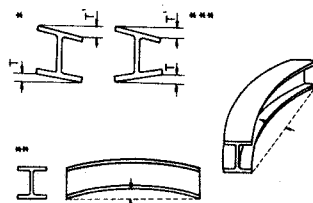
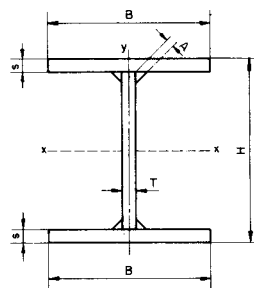
Ex.: Designação de uma viga "U" com:

$h = 6''$  ,  $b = 48,77 \text{ mm}$  ,  $c = 5,08 \text{ mm}$

U 6" x 2" x 0,2"

TAMANHO NOMINAL	DIMENSÕES EM mm													PÊSO		SEÇÃO	EIXO 1-1				EIXO 2-2		
	h	b	c	g	e	f	d	X	R	r	g <sub>1</sub>	o	g <sub>2</sub>	lb/pé	kg/m	S	J	W	P	J	W	P	
																cm²	cm⁴	cm³	cm	cm⁴	cm³	cm	
3"x1½"	76,20	35,81	4,32	22,22	6,35	15,87	12,70	11,18	6,86	2,54	-	16	44	4,10	6,10	7,68	66,6	18,02	2,97	8,3	3,44	1,04	
		38,05	6,35	22,22	6,35	15,87	12,70	11,18	6,86	2,54	-	16	44	5,00	7,44	9,42	74,9	19,66	2,84	10,4	3,93	1,04	
		40,54	9,04	22,22	7,94	15,87	12,70	11,68	6,86	2,54	-	16	44	6,00	8,93	11,29	87,4	22,94	2,74	12,9	4,42	1,07	
4"x1⅝"	101,60	40,13	4,57	25,4	6,35	15,87	12,70	11,68	7,11	2,79	51	16	70	5,40	8,04	10,06	158,1	31,13	3,96	13,3	4,75	1,14	
		41,83	6,27	25,4	7,94	15,87	12,70	11,68	7,11	2,79	51	16	70	6,25	9,30	11,74	170,6	34,41	3,81	15,8	5,24	1,14	
		43,69	8,13	25,4	7,94	15,87	12,70	11,68	7,11	2,79	51	16	70	7,25	10,79	13,68	187,3	37,69	3,73	18,3	5,73	1,17	
6"x2"	152,40	48,77	5,08	28,57	7,94	19,05	15,87	13,21	7,62	3,05	51	19	114	8,20	12,20	15,42	541,1	70,46	5,94	29,1	8,19	1,37	
		51,66	7,98	28,57	9,52	19,05	15,87	12,70	7,62	3,05	51	19	114	10,50	15,63	19,81	628,5	81,93	5,64	36,2	9,34	1,35	
		54,79	11,10	34,92	7,94	19,05	15,87	13,21	7,62	3,05	51	19	114	13,00	19,35	24,58	720,0	95,04	5,41	45,8	10,65	1,35	
		57,89	14,20	34,92	9,52	19,05	15,87	13,97	7,62	3,05	51	19	114	15,50	23,07	29,29	811,6	106,51	5,26	54,1	11,96	1,35	
8"x2¼"	203,20	57,40	5,59	34,92	9,52	20,64	19,05	14,73	8,13	3,30	57	21	161	11,50	17,11	21,68	1344,3	132,7	7,87	54,1	12,94	1,47	
		59,51	7,70	34,92	9,52	20,64	19,05	14,22	8,13	3,30	57	21	161	13,75	20,46	25,93	1490,0	147,5	7,59	62,4	14,09	1,42	
		61,85	10,03	38,10	9,52	20,64	19,05	14,22	8,13	3,30	57	21	161	16,25	24,18	30,71	1656,5	162,2	7,34	74,9	15,40	1,42	
		64,19	12,37	38,10	9,52	20,64	10,05	14,48	8,13	3,30	57	21	161	18,75	27,90	35,42	1818,8	178,6	7,16	83,2	16,39	1,45	
		66,52	14,71	38,10	9,52	20,64	19,05	14,99	8,13	3,30	57	21	161	21,25	31,62	40,19	1981,1	195,0	7,03	91,6	18,02	1,50	
10"x2⅝"	254,00	66,04	6,10	38,10	11,11	23,81	19,05	16,26	8,64	3,56	64	24	206	15,30	22,77	28,84	2784,4	219,6	9,83	95,7	19,66	1,62	
		69,57	9,63	38,10	11,11	23,81	19,05	15,49	8,64	3,56	64	24	206	20,00	29,76	37,81	3267,1	257,3	9,30	116,5	21,30	1,55	
		73,30	13,36	44,45	11,11	23,81	19,05	15,75	8,64	3,56	64	24	206	25,00	37,20	47,29	3774,9	296,6	8,94	141,5	24,58	1,57	
		77,04	17,09	44,45	11,11	23,81	19,05	16,51	8,64	3,56	64	24	206	30,00	44,65	56,77	4286,9	337,6	8,69	166,5	27,85	1,65	
		80,77	20,83	44,45	12,70	23,81	19,05	17,53	8,64	3,56	64	24	206	35,00	52,09	66,26	4794,6	376,9	8,48	191,4	31,13	1,75	
12"x3"	304,80	74,68	7,11	44,45	12,70	26,99	22,22	17,78	9,65	4,32	64	27	251	20,70	30,81	38,90	5331,5	350,7	11,71	162,3	27,86	1,78	
		77,39	9,83	44,45	12,70	26,99	22,22	17,27	9,65	4,32	64	27	251	25,00	37,20	47,22	5972,5	391,6	11,25	187,3	31,13	1,73	
		80,52	12,95	44,45	12,70	26,99	22,22	16,00	9,65	4,32	64	27	251	30,00	44,65	56,71	6709,1	440,8	10,87	216,4	34,41	1,60	
		83,62	16,05	50,80	12,70	26,99	22,22	17,53	9,65	4,32	64	27	251	35,00	52,09	66,19	7441,6	488,3	10,62	245,5	37,69	1,75	
		86,74	19,18	50,80	12,70	26,99	22,22	18,29	9,65	4,32	64	27	251	40,00	59,53	75,68	8178,3	537,5	10,39	274,7	40,97	1,83	
15"x3⅜"	381,00	86,36	10,16	50,80	15,87	33,34	25,40	20,07	12,7	6,10	70	33	315	33,90	50,45	63,87	13010	683,3	14,27	341,3	52,44	2,02	
		86,92	10,72	50,80	15,87	33,34	25,40	20,07	12,7	6,10	70	33	315	35,00	52,09	66,00	13264	696,4	14,27	349,6	52,44	2,01	
		89,41	13,21	50,80	15,87	33,34	25,40	19,81	12,7	6,10	70	33	315	40,00	59,53	75,48	14413	757,1	13,82	287,1	55,71	1,98	
		91,90	15,70	57,15	15,87	33,34	25,40	20,07	12,7	6,10	70	33	315	45,00	66,97	84,97	15562	816,1	13,54	428,7	58,99	2,01	
		94,39	18,19	57,15	15,87	33,34	25,40	20,32	12,7	6,10	70	33	315	50,00	74,41	94,45	16706	878,3	13,31	466,1	62,27	2,03	
		96,88	20,68	57,15	17,46	33,34	25,40	20,83	12,7	6,10	70	33	315	55,00	81,85	103,93	17855	863,6	13,11	503,6	67,49	2,08	

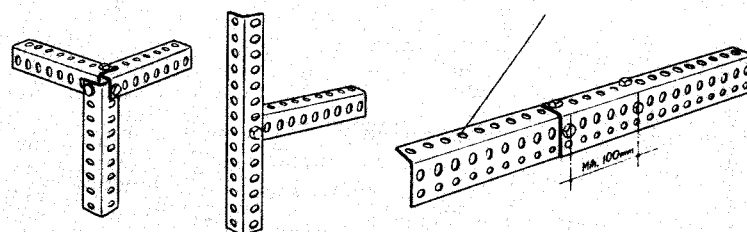
# PERFIL "H" SOLDADO



Altura da seção		± 3,2 mm
Largura da seção		+ 6,4 mm, - 4,8 mm
Espessura	até 20 mm	+ 1,2 mm, - 0,8 mm
	acima 20 mm	± 6%
Comprimento	até 7 m	+ 40 mm, - 0
	acima 7 m	40mm mais 5mm para cada 1m ou fração a-cima de 7m máximo 120 mm
Alma fora de centro		± 4,8 mm
Fora de esquadro ou paralelismo	altura nominal até 300 mm	menor que 6,4 mm
(T + T') *	altura nominal acima de 300 mm	menor que 7,9 mm
Empena	Longitudinal **	1mm x comp. total em metros
	lateral ***	1,5mm x comp. total em metros
Cabeças fora de esquadro		1,6 mm x altura ou largura em 100mm

Tamanho nominal	Peso por metro linear	Altura H	Largura B	Espessura			Área da seção	Momento de inércia		Raio de giração		Módulo de resistência		Tamanho nominal	Peso por metro linear	Altura H	Largura B	Espessura			Área da seção	Momento de inércia		Raio de giração		Módulo de resistência	
				Mesa	Alma	Solda		J <sub>x</sub>	J <sub>y</sub>	P <sub>x</sub>	P <sub>y</sub>	W <sub>x</sub>	W <sub>y</sub>					J <sub>x</sub>	J <sub>y</sub>	P <sub>x</sub>		P <sub>y</sub>	W <sub>x</sub>	W <sub>y</sub>			
																									s	T	A
mm	kg	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	mm	kg	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
200 x 200	40,91	196	199	10,0	6,5	4,55	52,120	3.802	1.314,0	8,54	5,02	387,96	132,06	400 x 300	92,31	386	299	14,0	9,0	6,30	117,599	32.911	6.240,3	16,72	7,28	1.705,23	417,41
	49,71	200	200	12,0	8,0	5,80	63,334	4.702	1.601,3	8,61	5,02	470,20	160,13		105,00	380	300	16,0	10,0	7,00	133,760	38.020	7.204,4	16,85	7,33	1.949,75	480,29
	57,87	204	201	14,0	9,0	6,30	73,725	5.612	1.896,8	8,72	5,07	550,23	188,73		126,44	400	302	19,0	12,0	8,40	161,070	47.310	8.730,3	17,13	7,36	2.365,52	578,17
	66,12	208	202	16,0	10,0	7,00	84,240	6.566	2.200,8	8,82	5,11	631,38	217,91		143,85	402	303	22,0	13,0	9,10	183,250	54.165	10.210,6	17,19	7,46	2.694,79	673,97
250 x 125	25,09	248	124	8,0	5,0	3,50	31,970	3.442	254,5	10,37	2,82	277,61	41,05	400 x 400	145,30	394	398	18,0	11,0	7,70	185,097	55.615	18.919,5	17,33	10,11	2.823,10	950,73
	28,14	250	125	9,0	6,0	4,20	37,125	3.984	293,5	10,36	2,81	318,78	46,97		171,01	400	400	21,0	13,0	9,10	217,852	66.373	22.410,7	17,45	10,14	3.318,69	1.120,53
	35,27	254	126	11,0	7,0	4,90	44,934	4.947	367,7	10,49	2,86	389,56	58,37		200,82	406	403	24,0	16,0	11,20	255,833	78.295	26.202,0	17,49	10,12	3.856,93	1.300,35
	37,25	256	126	12,0	7,0	4,90	47,454	5.357	401,0	10,62	2,90	418,52	63,66		233,60	414	405	28,0	18,0	12,60	297,580	93.415	31.033,3	17,71	10,21	4.512,81	1.532,51
250 x 175	35,63	240	174	9,0	6,0	4,20	45,393	4.811	790,7	10,29	4,17	400,94	90,89	450 x 200	103,72	434	299	15,0	8,0	5,60	82,838	28.050	1.578,5	18,40	4,36	1.257,86	158,64
	43,17	244	175	11,0	7,0	4,90	55,000	5.980	983,5	10,42	4,22	490,24	112,40		75,02	450	200	14,0	9,0	6,30	95,567	32.946	1.870,1	18,56	4,42	1.464,29	187,01
	50,86	248	176	13,0	8,0	5,60	64,790	7.201	1.182,7	10,54	4,27	580,72	134,40		88,32	456	201	17,0	10,0	7,00	112,320	40.051	2.305,8	18,86	4,52	1.756,86	229,43
	58,64	252	177	15,0	9,0	6,30	74,703	8.472	1.388,6	10,64	4,31	672,42	156,90		88,59	460	202	19,0	11,0	7,70	125,595	45.253	2.616,9	18,98	4,56	1.967,52	258,09
250 x 250	65,79	248	249	13,0	8,0	5,60	83,818	9.824	3.346,4	10,82	6,31	792,26	268,79	450 x 300	103,72	434	299	15,0	10,0	7,00	132,140	45.656	6.687,5	18,58	7,11	2.103,96	447,32
	71,88	250	250	14,0	9,0	6,30	91,567	10.764	3.648,1	10,84	6,31	861,15	291,85		121,52	440	300	18,0	11,0	7,70	154,811	55.089	8.106,6	18,86	7,23	2.504,08	540,44
	82,03	254	251	16,0	10,0	7,00	104,500	12.530	4.220,1	10,95	6,35	986,68	338,26		143,43	446	302	21,0	13,0	9,10	182,724	65.762	9.651,8	18,97	7,26	2.948,99	639,19
	98,65	260	253	19,0	12,0	8,40	125,674	15.406	5.134,4	11,07	6,39	1.185,13	405,88		170,44	454	304	25,0	15,0	10,50	217,130	79.970	11.724,7	19,19	7,34	3.522,94	771,36
300 x 150	31,38	298	149	8,0	5,5	3,85	39,986	6.156	441,5	12,40	3,32	413,17	59,27	500 x 200	78,10	496	199	14,0	9,0	6,30	99,499	40.907	1.842,6	20,27	4,30	1.649,49	185,18
	36,23	300	150	9,0	6,5	4,55	46,158	7.092	507,1	12,39	3,31	472,82	67,62		88,51	500	200	16,0	10,0	7,00	112,760	47.080	2.138,6	20,43	4,35	1.883,22	213,86
	41,12	304	151	11,0	7,5	4,55	52,391	8.507	632,1	12,74	3,47	559,71	83,72		102,24	506	201	19,0	11,0	7,70	130,253	55.965	2.578,8	20,72	4,44	2.212,08	256,60
	45,92	306	151	12,0	7,5	5,25	59,507	9.448	690,2	12,70	3,43	617,57	91,39		116,10	512	202	22,0	12,0	8,40	147,910	65.130	3.031,9	20,98	4,52	2.544,17	300,19
300 x 200	46,87	290	199	10,0	7,0	4,90	59,716	9.121	1.314,5	12,35	4,69	629,06	132,11	500 x 300	111,54	482	300	15,0	11,0	7,70	142,091	58.725	6.757,1	20,32	6,89	2.436,72	450,47
	55,62	294	200	12,0	8,0	5,60	70,854	11.080	1.601,7	12,50	4,75	753,79	180,17		125,67	488	300	18,0	11,0	7,70	160,091	69.310	8.107,1	20,80	7,11	2.840,58	540,47
	64,51	298	201	14,0	9,0	6,30	82,185	13.110	1.897,4	12,63	4,80	879,92	188,79		148,33	494	302	21,0	13,0	9,10	188,964	82.625	9.652,6	20,91	7,14	3.345,14	639,25
	76,67	304	202	17,0	10,0	7,00	97,680	16.140	2.339,0	12,85	4,89	1.061,85	231,58		176,09	502	304	25,0	15,0	10,50	224,330	100.239	11.726,1	21,13	7,22	3.993,61	771,45
300 x 300	86,09	298	299	14,0	9,0	6,30	109,679	18.648	6.239,8	13,03	7,54	1.251,56	417,37	600 x 200	92,89	596	199	15,0	10,0	7,00	118,340	67.036	1.976,3	23,80	4,08	2.249,55	198,62
	93,38	300	300	15,0	10,0	7,00	118,960	20.273	6.753,7	13,05	7,53	1.351,55	450,24		104,11	600	200	17,0	11,0	7,70	132,631	76.270	2.275,0	23,98	4,14	2.942,33	227,50
	105,53	304	301	17,0	11,0	7,70	134,433	23.312	7.731,8	13,16	7,58	1.533,72	513,74		118,66	606	201	20,0	12,0	8,40	151,166	89,380	2.718,0	24,31	4,24	2.849,84	270,45
	125,35	310	303	20,0	13,0	8,10	159,690	28.222	9.281,8	13,29	7,62	1.820,77	612,66		133,34	612	202	23,0	13,0	9,10	169,864	102.848	3.174,1	24,60	4,32	3.361,07	314,26
350 x 175	40,62	346	174	9,0	6,0	4,20	51,753	10.844	790,9	14,37	3,90	626,84	90,91	600 x 300	92,89	596	199	15,0	10,0	7,00	118,340	67.036	1.976,3	23,80	4,08	2.249,55	198,62
	49,00	350	175	11,0	7,0	4,90	62,420	13.374	983,8	14,63	3,97	764,26	112,43		104,11	600	200	17,0	11,0	7,70	132,631	76.270	2.275,0	23,98	4,14	2.942,33	227,50
	57,51	354	176	13,0	8,0	5,60	73,270	15.988	1.183,2	14,77	4,01	903,29	134,45		118,66	606	201	20,0	12,0	8,40	151,166	89,380	2.718,0	24,31	4,24	2.849,84	270,45
	66,13	358	177	15,0	9,0	6,30	84,243	18.686	1.389,2	14,89	4,06	1.043,94	156,97		133,34	612	202	23,0	13,0	9,10	169,864	102.848	3.174,1	24,60	4,32	3.361,07	314,26
350 x 250	67,54	336	249	12,0	8,0	5,60	86,038	18.010	3.089,5	14,46	5,09	1.072,05	248,15	700 x 300	133,90	582	300	17,0	12,0	8,40	170,582	99.942	7.680,9	24,20	6,70	3.434,46	510,72
	78,23	340	250	14,0	9,0	6,30	99,667	21.259	3.648,6	14,60	6,04	1.250,57	291,89		148,03	588	300	20,0	12,0	8,40	188,582	115.343	9.010,9	24,73	6,91	3.923,23	600,72
	93,03	346	251	17,0	10,0	7,00	118,820	26.102	4.484,4	14,84	6,15	1.508,81	357,32		172,33	594	302	23,0	14,0	9,80	219,537	135.283	10.576,5	24,82	6,94	4.554,99	700,43
	107,13	350	253	19,0	12,0	8,40	136,474	30.052	5.135,6	14,83	6,13	1.717,26	405,98		201,73	602	304	27,0	16,0	11,20	256,985	161.356	12.676,7	25,05	7,02	5.360,68	833,60
350 x 350	113,49	344	348	16,0	10,0	7,00	144,580	32.963	11.242,5	15,09	8,81	1.916,50	646,12	800 x 300	163,33	692	300	20,0	13,0	9,10	208,072	168.972	9.016,0	28,49	6,58	4.883,58	601,07
	136,01	350	350	18,0	12,0	8,40	173,262	40.159	13.584,5	15,22	8,85	2.294,81	776,26		182,17	700	300	24,0	13,0	9,10	232,072	198.037	10.816,0	29,21	6,82	5.858,21	721,07
	158,92	356	352	22,0	14,0	9,80	202,467	47.681	16.004,5	15,34	8,92	2.678,72	909,35		213,04	708	302	28,0	15,0	10,50	271,390	234.806	12.879,3	29,41	6,88	6.632,95	852,93
	182,17	362	354	25,0	16,0	11,20	232,065	55.537	18.504,2	15,46	8,92	3.068,38	1.045,44		188,84	792	300	22,0	14,0	9,80	240,561	249.778	9.922,6	32,22	6,42	6.307,54	661,51
400 x 200	65,29	400	200	13,0	8,0	5,60	83,174	23.391	1.735,5	16,76	4,56	1.169,57	173,55	900 x 300	200,68	800	300	26,0	14,0	9,80	264,561	287.798	11.722,6	32,98	6,65	7.194,90	781,51
	75,01	404	201	15,0	9,0	6,30	95,565	27.284	2.033,3	16,89	4,61	1.350,72	202,32		240,17	808	302	30,0	16,0	11,20	305,961	336.958	13.806,8	33,18	6,71	8.340,49	914,38
	88,01	410	202	18,0	10,0	7,00	112,120	32.977	2.477,2	17,14	4,70	1.608,65	245,27		210,90	890	299	23,0	15,0	10,50	268,678	341.353</					

# CANTONEIRAS PERFURADAS



(Conforme catálogo da SECURIT)

## MATERIAL

### Cantoneiras

- Aço laminado
- Resistência a tração  $\sigma_r = 42 \div 45 \text{ kg/mm}^2$
- Dureza Rockwell = 70 ÷ 75 RB.
- Espessura = 1,9 e 2,7 mm

### Parafusos

- Aço. Cabeça e porca sextavadas
- Diâmetro = 7,9 mm (5/16")
- Rosca NF
- Resistência ao cisalhamento = 320 kg
- Zincados

## CARACTERÍSTICAS

Perfiladas a frio, passo da perfuração 20 mm com sequência de furos  $\emptyset = 8,4 \text{ mm}$  e  $8,4 \times 12,4 \text{ mm}$ .  
Regulagem de 2 em 2 cm.

Perfuração patenteada para acoplamento não deslizante.

As marcas em forma de estrela, localizadas na parte externa da aba maior de 10 em 10 cm de comprimento, facilitam a medida, corte e montagem das cantoneiras.

Fosfatizadas e esmaltadas a fogo.

## MONTANTES

Os valores indicados nas tabelas correspondem à carga estática máxima permitida em kg, considerando as extremidades articuladas, isto é, o comprimento de flambagem  $l_0$ , igual ao comprimento do montante.

A linha grossa da tabela de valores separa os montantes de índice de esbeltez  $\lambda$  menor de 100 (acima da linha) dos de índice maior de 100.

Os montantes de índice de esbeltez maior de 200 (desaconselhados quando houver risco de impactos acidentais) estão representados no campo hachurado.

Fator de segurança = 2

Índice de esbeltez do montante  $\lambda = \frac{l_0}{\rho_u}$  sendo  $l_0$  o comprimento de flambagem e  $\rho_u = \sqrt{\frac{J_u}{A}}$  o raio giratório mínimo de inércia.

## VIGAS

Os valores indicados nas tabelas das vigas referem-se a carga estática máxima permitida em kg, uniformemente distribuída sobre um par de vigas paralelas e unidas entre si por meio de travessas estabilizadoras. A distância entre as travessas ou entre a travessa e o apoio deve ser no máximo 40 cm.

Para carga concentrada considerar a metade dos valores indicados nas tabelas.

Para uma única viga com carga uniformemente distribuída, considerar a metade dos valores indicados na tabela. Para uma única carga concentrada, considerar a quarta parte dos valores indicados.

As cargas determinam uma flecha de no máximo  $l/180$  do vão livre da viga (casos limites à direita da linha grossa, que deverão ser evitados quando houver riscos de impactos acidentais).

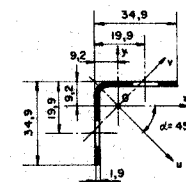
As extremidades das vigas devem ser fortemente ligadas aos montantes através de 2 ou mais parafusos.

A capacidade de resistência dos apoios (cisalhamento dos parafusos) para suportar as vigas e a carga aplicada deve ser rigorosamente verificada.

Fator de segurança = 2.

Na montagem com mãos francesas, lembrar a relação (egípcia) do triângulo retângulo 3.4.5 ou 5.12.13, 8.15.17, 7.24.25, 20.21.29, 12.35.37, 9.40.41 e seus múltiplos.

## CANTONEIRAS 35 x 35 - CHAPA 14



$$A = 78 \text{ mm}^2$$

$$J_x = 10.672 \text{ mm}^4$$

$$J_y = 10.672 \text{ mm}^4$$

$$J_u = 16.030 \text{ mm}^4$$

$$J_v = 5.313 \text{ mm}^4$$

$$W_x = 415 \text{ mm}^3$$

$$W_y = 415 \text{ mm}^3$$

$$\rho_v = 14,3 \text{ mm}$$

$$\rho_u = 8,2 \text{ mm}$$

## CARGA ESTÁTICA MÁXIMA ADMISSÍVEL (kg)

Compr. de flambagem $l_0$	$\Gamma$	$\square$	$\top$	$\times$	$\times$
0,50	942	2044	2044	4277	4253
0,60	888	1967	1967	4162	4133
0,75	807	1853	1853	3990	3954
1,00	523	1661	1661	3700	3654
1,20	363	1460	1460	3472	3414
1,50	232	936	936	3128	3043
2,00	130	526	526	1856	1714
2,40	90	365	365	1290	1188
3,00	57	232	232	825	760

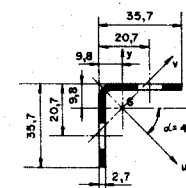
montante

## CARGA ESTÁTICA MÁXIMA ADMISSÍVEL (kg)

Vão livre (m)	0,50	0,80	1,00	1,20	1,50	2,00	2,40	3,00
$\Gamma$	215	134	107	90	72	46	32	20
$\square$	1020	637	510	425	302	170	118	75
$\top$	431	269	215	179	143	92	64	41
$\times$	2040	1274	1020	850	605	340	236	151

viga

## CANTONEIRAS 35 x 35 - CHAPA 12



$$A = 111 \text{ mm}^2$$

$$J_x = 15.556 \text{ mm}^4$$

$$J_y = 15.556 \text{ mm}^4$$

$$J_u = 23.544 \text{ mm}^4$$

$$J_v = 7.569 \text{ mm}^4$$

$$W_x = 601 \text{ mm}^3$$

$$W_y = 601 \text{ mm}^3$$

$$\rho_v = 14,5 \text{ mm}$$

$$\rho_u = 8,2 \text{ mm}$$

## CARGA ESTÁTICA MÁXIMA ADMISSÍVEL (kg)

Compr. de flambagem $l_0$	$\Gamma$	$\square$	$\top$	$\times$	$\times$
0,50	1340	2910	2911	6107	6071
0,60	1263	2803	2805	5949	5906
0,75	1147	2643	2644	5715	5657
1,00	745	2373	2376	5317	5243
1,20	518	2120	2133	5001	4914
1,50	331	1357	1363	4529	4420
2,00	186	763	766	2829	2591
2,40	129	529	537	1966	1797
3,00	82	339	340	1257	1150

montante

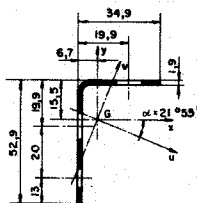
## CARGA ESTÁTICA MÁXIMA ADMISSÍVEL (kg)

Vão livre (m)	0,50	0,80	1,00	1,20	1,50	2,00	2,40	3,00
$\Gamma$	311	194	155	129	103	67	47	30
$\square$	1438	898	719	599	444	249	173	111
$\top$	623	389	311	259	207	135	93	60
$\times$	2876	1798	1438	1198	888	499	346	222

viga



**CANTONEIRAS**  
**35 x 53 - CHAPA 14**



$A = 96 \text{ mm}^2$   
 $J_x = 32.584 \text{ mm}^4$   
 $J_y = 11.690 \text{ mm}^4$   
 $J_v = 36.616 \text{ mm}^4$   
 $J_u = 7.653 \text{ mm}^4$   
 $W_x = 893 \text{ mm}^3$   
 $W_y = 429 \text{ mm}^3$   
 $\rho_v = 19.5 \text{ mm}$   
 $\rho_u = 8.9 \text{ mm}$

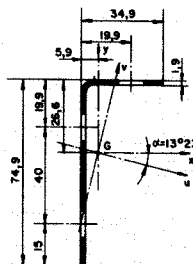
**CARGA ESTÁTICA MÁXIMA ADESSÍVEL (kg)**

Compr. de flambagem	$\Gamma$	$\Gamma$	$\Gamma$	$\Gamma$	$\Gamma$	$\Gamma$	
$\ell_o \text{ m}$							
0,50	1136	2452	2580	2656	5194	5428	
0,60	1064	2393	2500	2588	5040	5316	
0,75	956	2244	2376	2489	4804	5152	
1,00	555	1994	2170	2320	4409	4872	
1,20	386	1608	2006	2186	4094	4652	
1,50	247	1028	1519	1984	3318	4318	
2,00	138	578	854	1277	1862	3737	
2,40	96	401	593	887	1293	2598	
3,00	60	256	378	568	828	1662	

**CARGA ESTÁTICA MÁXIMA ADESSÍVEL (kg)**

Vão livre (m)	0,50	0,80	1,00	1,20	1,50	2,00	2,40	3,00	
$\Gamma$	463	289	231	193	154	115	96	63	
$\Gamma$	1732	1082	866	721	577	433	302	193	
$\Gamma$	926	579	463	386	308	231	192	125	
$\Gamma$	3465	2165	1731	1443	1154	865	605	386	
$\Gamma$	4453	2783	2226	1855	1484	1113	927	662	
$\Gamma$									

**CANTONEIRAS**  
**35 x 75 - CHAPA 14**



$A = 131 \text{ mm}^2$   
 $J_x = 78.882 \text{ mm}^4$   
 $J_y = 12.837 \text{ mm}^4$   
 $J_v = 82.796 \text{ mm}^4$   
 $J_u = 8.922 \text{ mm}^4$   
 $W_x = 1.634 \text{ mm}^3$   
 $W_y = 442 \text{ mm}^3$   
 $\rho_v = 25.2 \text{ mm}$   
 $\rho_u = 8.2 \text{ mm}$

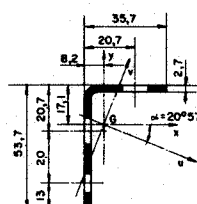
**CARGA ESTÁTICA MÁXIMA ADESSÍVEL (kg)**

Compr. de flambagem	$\Gamma$	$\Gamma$	$\Gamma$	$\Gamma$	$\Gamma$	$\Gamma$	
$\ell_o \text{ m}$							
0,50	1574	3300	3405	3617	6870	7550	
0,60	1484	3151	3277	3530	6627	7437	
0,75	1348	2926	3083	3400	6256	7273	
1,00	875	2541	2759	3181	5636	6996	
1,20	609	1766	2383	3009	5145	6773	
1,50	389	1132	1525	2748	3346	6439	
2,00	218	635	856	1891	1882	5880	
2,40	152	441	594	1312	1307	5445	
3,00	87	282	380	841	836	4138	

**CARGA ESTÁTICA MÁXIMA ADESSÍVEL (kg)**

Vão livre (m)	0,50	0,80	1,00	1,20	1,50	2,00	2,40	3,00	
$\Gamma$	847	529	423	352	282	211	176	141	
$\Gamma$	2645	1653	1322	1102	881	661	550	393	
$\Gamma$	1694	1059	846	705	564	423	352	282	
$\Gamma$	5290	3306	2645	2203	1763	1322	1102	786	
$\Gamma$	7732	4833	3866	3222	2577	1933	1611	1288	
$\Gamma$									

**CANTONEIRAS**  
**35 x 53 - CHAPA 12**



$A = 137 \text{ mm}^2$   
 $J_x = 46.940 \text{ mm}^4$   
 $J_y = 17.053 \text{ mm}^4$   
 $J_v = 52.073 \text{ mm}^4$   
 $J_u = 11.521 \text{ mm}^4$   
 $W_x = 1.281 \text{ mm}^3$   
 $W_y = 620 \text{ mm}^3$   
 $\rho_v = 19.5 \text{ mm}$   
 $\rho_u = 9.3 \text{ mm}$

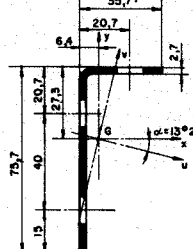
**CARGA ESTÁTICA MÁXIMA ADESSÍVEL (kg)**

Compr. de flambagem	$\Gamma$	$\Gamma$	$\Gamma$	$\Gamma$	$\Gamma$	$\Gamma$	
$\ell_o \text{ m}$							
0,50	1706	3553	3685	3784	7436	7733	
0,60	1621	3413	3573	3690	7225	7579	
0,75	1496	3205	3404	3551	6907	7349	
1,00	1174	2855	3119	3316	6372	6964	
1,20	816	2357	2894	3129	5947	6655	
1,50	521	1506	2293	2848	5187	6194	
2,00	293	847	1289	1890	2918	5423	
2,40	203	588	897	1312	2024	3876	
3,00	130	375	573	839	1294	2479	

**CARGA ESTÁTICA MÁXIMA ADESSÍVEL (kg)**

Vão livre (m)	0,50	0,80	1,00	1,20	1,50	2,00	2,40	3,00	
$\Gamma$	664	415	332	276	221	166	138	90	
$\Gamma$	2444	1527	1222	1018	814	610	436	279	
$\Gamma$	1328	830	664	553	442	332	276	181	
$\Gamma$	4888	3055	2444	2036	1629	1222	874	559	
$\Gamma$	6289	3930	3145	2620	2096	1572	1310	954	
$\Gamma$									

**CANTONEIRAS**  
**35 x 75 - CHAPA 12**



$A = 186 \text{ mm}^2$   
 $J_x = 113.262 \text{ mm}^4$   
 $J_y = 18.806 \text{ mm}^4$   
 $J_v = 118.234 \text{ mm}^4$   
 $J_u = 13.834 \text{ mm}^4$   
 $W_x = 2.341 \text{ mm}^3$   
 $W_y = 642 \text{ mm}^3$   
 $\rho_v = 25.2 \text{ mm}$   
 $\rho_u = 8.6 \text{ mm}$

**CARGA ESTÁTICA MÁXIMA ADESSÍVEL (kg)**

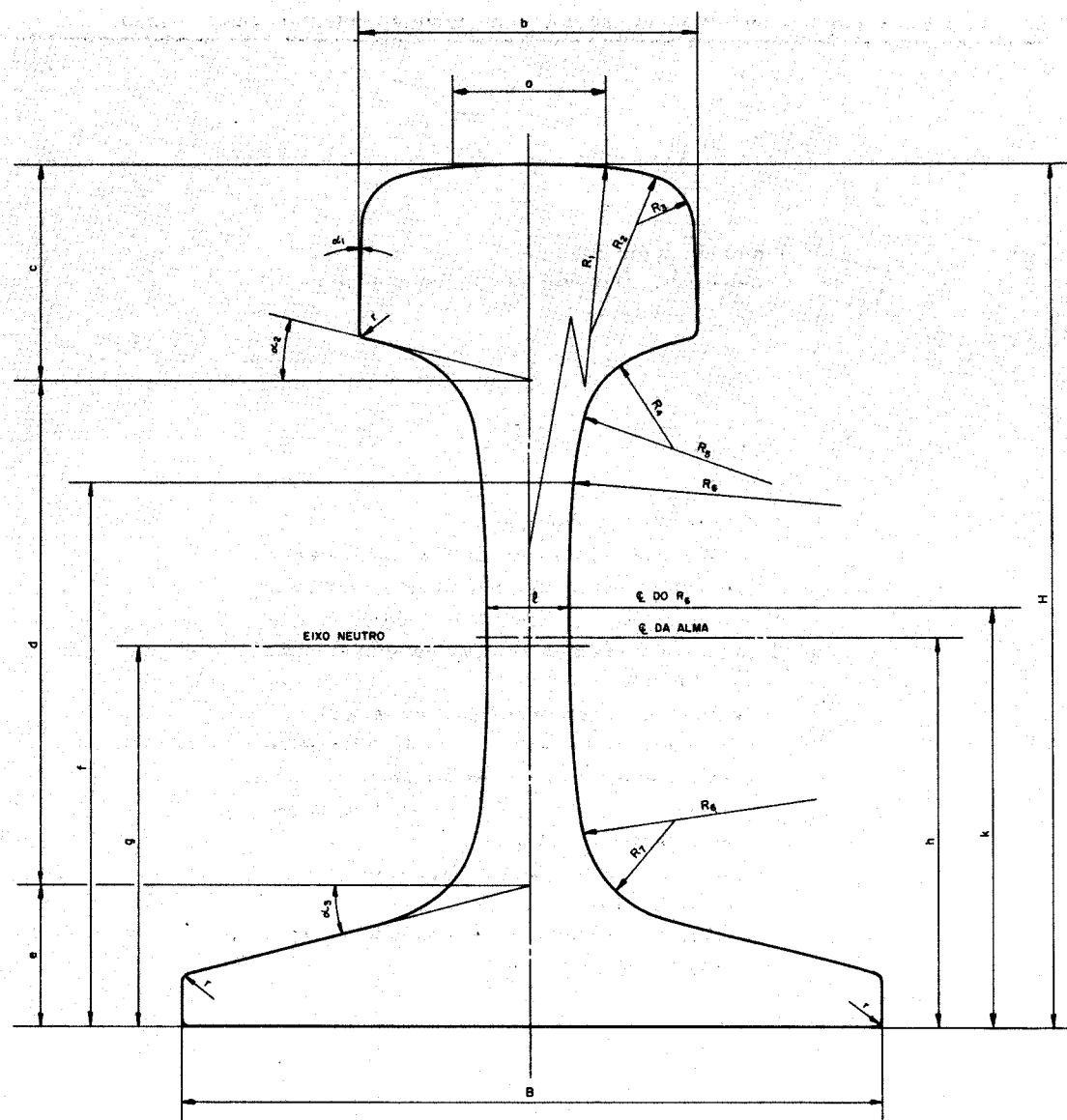
Compr. de flambagem	$\Gamma$	$\Gamma$	$\Gamma$	$\Gamma$	$\Gamma$	$\Gamma$	
$\ell_o \text{ m}$							
0,50	2264	4709	4870	5149	9822	10744	
0,60	2141	4502	4692	5028	9481	10588	
0,75	1958	4188	4428	4846	8975	10354	
1,00	1363	3663	3980	4541	8128	9967	
1,20	946	2604	3618	4298	7448	9659	
1,50	605	1664	2314	3934	5086	9195	
2,00	340	936	1302	2778	2860	8422	
2,40	236	650	904	1931	1983	7805	
3,00	151	416	577	1235	1270	6096	

**CARGA ESTÁTICA MÁXIMA ADESSÍVEL (kg)**

Vão livre (m)	0,50	0,80	1,00	1,20	1,50	2,00	2,40	3,00	
$\Gamma$	1213	758	606	504	404	303	252	202	
$\Gamma$	3730	2330	1864	1554	1242	952	776	566	
$\Gamma$	2427	1517	1213	1011	809	606	505	404	
$\Gamma$	7460	4663	3730	3108	2487	1865	1554	1132	
$\Gamma$	10935	6834	5467	4556	3644	2732	2278	1822	
$\Gamma$									



# TRILHOS



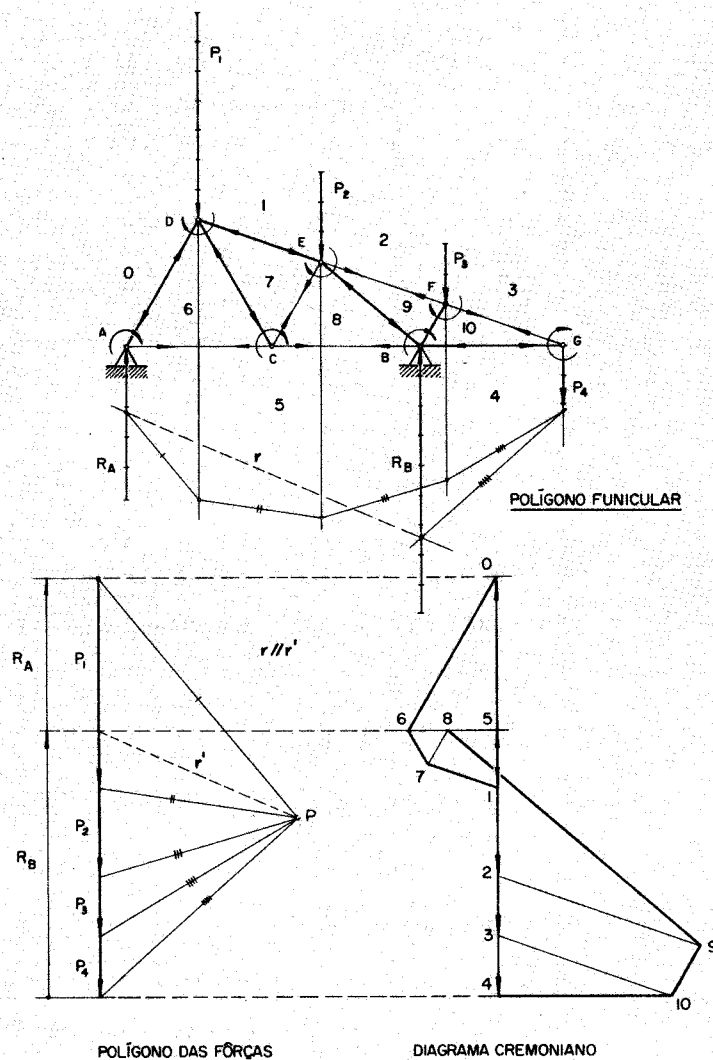
TRILHOS FABRICADOS PELA CSN.

Trilho	Tipo	TR-57	TR-50	TR-45	TR-37	TR-32	TR-25	TR-52
	Tipo americano equivalente	AREA 11525	AREA 10025	ARA-A 9020	ASCE 7540	ASCE 6540	ASCE 5040	AREA 10551
Peso	kg/m	56,90	50,35	44,65	37,11	32,05	24,65	52,13
	lb/yd	114,7	101,5	90,0	74,8	64,6	49,7	105,10
DIMENSÕES (mm)	base B	139,7	136,5	130,2	122,2	112,7	98,4	131,7
	altura H	168,3	152,4	142,9	122,2	112,7	98,4	131,7
	a	31,7	0	0	0	0	0	0
	b	69,0	68,2	65,1	62,7	61,1	54,0	65,1
	c	42,9	42,1	37,3	36,1	32,6	26,6	45,2
	d	96,8	83,3	80,2	64,7	60,3	52,4	61,1
	e	28,6	27,0	25,4	21,4	19,8	17,4	25,4
	f	106,0	—	—	—	—	—	—
	g	75,7	69,8	64,5	58,4	54,3	47,7	61,2
	h	77,0	68,7	65,5	53,8	50,0	43,7	56,0
	k	82,5	75,4	73,8	53,8	50,0	43,7	56,0
	l	15,9	14,3	14,3	13,5	12,7	11,1	23,8
	$R_1$	254,0	355,6	355,6	304,8	304,8	304,8	304,8
	$R_2$	38,1	9,5	9,5	7,9	7,9	7,9	7,9
	$R_3$	9,5						
	$R_4$	19,0	9,5	9,5	6,3	6,3	6,3	6,3
	$R_5$	76,5						
	$R_6$	355,6	355,6	355,6	304,8	304,8	304,8	304,8
	$R_7$	19,0	15,9	9,5	6,3	6,3	6,3	6,3
	r	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
ÂNGULOS	$\alpha_1$	3° 34,5'	3° 34,5'	3° 34,5'	0°	0°	0°	0°
	$\alpha_2$	14° 2'	14° 2'	14° 2'	13°	13°	13°	13°
	$\alpha_3$	14° 2'	14° 2'	14° 2'	13°	13°	13°	13°

Obs.: O trilho TR-52 é para pontes rolantes e os demais são para estradas de ferro. O comprimento padrão é de 12 000 mm.

# DIAGRAMA CREMONIANO

O diagrama cremoniano permite determinar o esforço e o tipo de solicitação em cada barra de uma estrutura. Para traçá-lo procede-se conforme indicado abaixo.



FUNICULAR v. pág. 3.08

Serve para determinar as reações dos apoios.

CREMONIANO

PROCEDIMENTO

- 1- Desenhar a estrutura em escala ;
- 2- Numerar as regiões do sistema limitadas por forças e barras ( as forças e barras são denominadas pelos 2 números das regiões contíguas: ex. barra 0-6 , força 3-4 ) ;
- 3- Estabelecer o sentido de leitura dos elementos em cada nó ( ex.: sentido horário ) ;
- 4- Escolher uma escala para as forças ( ação e reação ) ;
- 5- Traçar o diagrama de Cremona, transportando paralelamente as forças agindo em cada nó e estudar um nó de cada vez com apenas 2 incógnitas ( o comprimento dos segmentos obtidos é o esforço em cada barra ) ;
- 6- Comparando o sentido de leitura das forças com o esquema da estrutura, considerar :
  - a- forças entrando para o nó  $\rightarrow$  compressão ( traço grosso ),
  - b- forças saindo do nó  $\rightarrow$  tração ( traço fino )

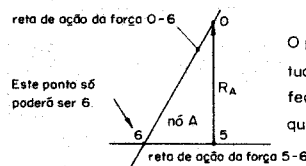
## OBSERVAÇÕES

Traçar o diagrama cremoniano consiste em equilibrar seguidamente cada nó da estrutura.

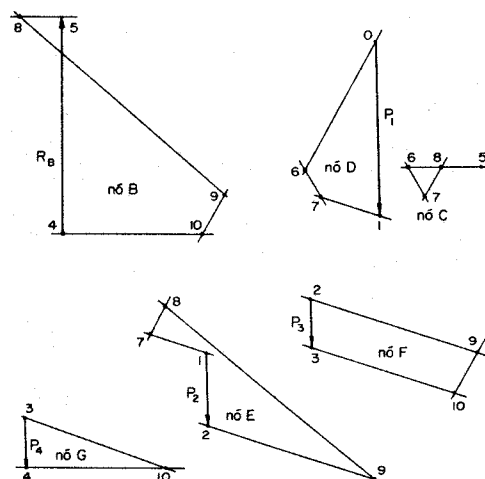
Para isso, basta fazer com que as forças que neles atuam formem um polígono fechado.

Fazem parte destas forças as cargas (P) sobre a estrutura, as reações (R) de apoio e os esforços em cada barra, os quais têm por reta de ação os próprios eixos das barras.

Assim, para equilibrar o nó A da estrutura da página anterior, procede-se da seguinte maneira:



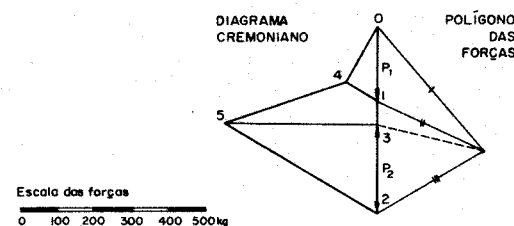
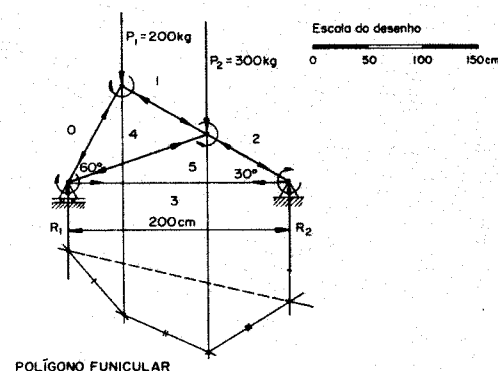
Repetindo este processo para cada nó, tem-se:



O diagrama Cremoniano da página anterior é o agrupamento destas figuras numa só

## 1 - EXEMPLO

Na tesoura metálica da figura, determinar as reações de apoio, o esforço e a solicitação em cada barra.



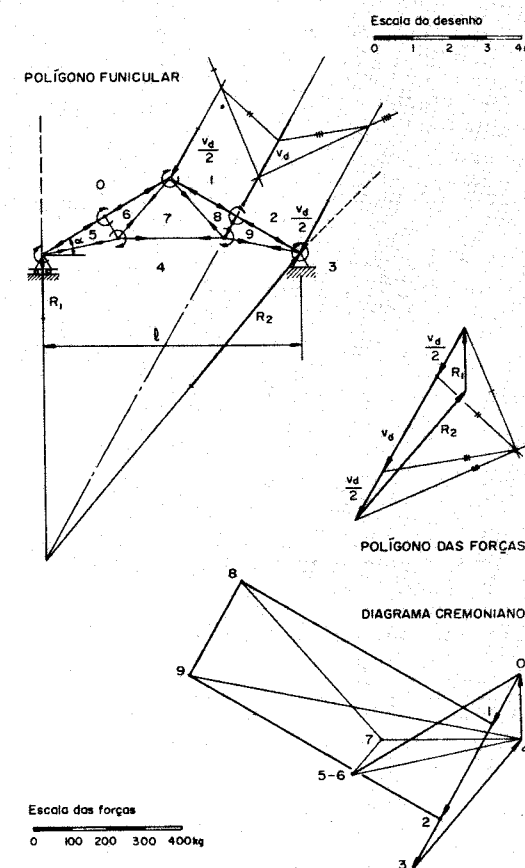
REAÇÕES DE APOIO E ESFORÇOS NAS BARRAS

	0	1	2	3	4	5
0				262,5	-170	
1					-100	
2				237,5		-480
3	262,5		237,5			+410
4	-170	-100				-350
5			-480	+410	-350	

- compressão  
+ tração

## 2 - EXEMPLO

Na tesoura "Polenceau" da figura, indicar a barra mais solicitada, quando sujeita à ação do vento da direita com intensidade  $v_d = 300 \text{ kg}$ . Dados: vão  $l = 7 \text{ m}$ , ângulo da empena  $\alpha = 30^\circ$ .



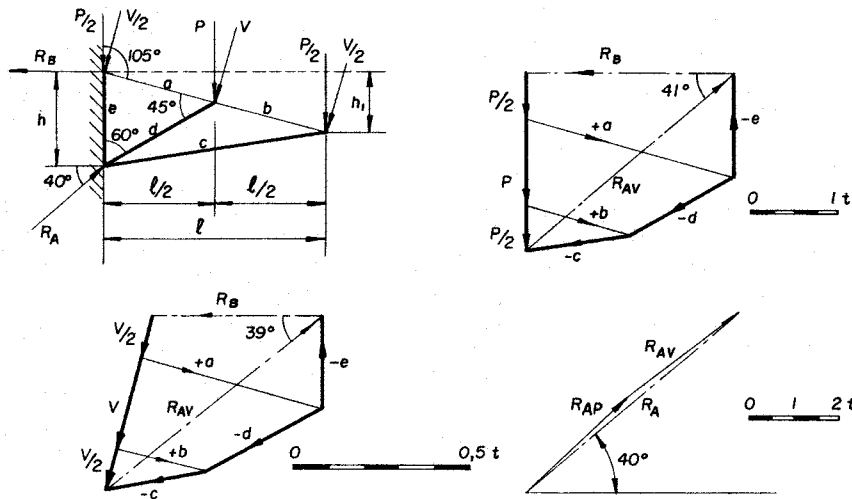
(4-9) é a barra mais solicitada à tração com 910kg.  
(2-9) e (1-8) são as barras mais solicitadas à compressão com 775kg cada.

# MARQUISE (I)

TRAÇO GROSSO — compressão

TRAÇO FINO — tração

LANCE MÁXIMO CONVENIENTE : 4 m



barra	compr. $l$	P	V
a	0,5175	+2,4	+0,53
b	0,5175	+1,18	+0,28
c	1,0753	-1,15	-0,31
d	0,5773	-1,4	-0,35
$R_A$	—	-3,1	-0,78
$R_B$	—	-2,35	-0,48
e	0,4242	-1,13	-0,5
h	0,4242	—	—
$h_1$	0,2679	—	—
$R_{AP}$	—	-3,1	—
$R_{BP}$	—	-2,35	—
$R_{AV}$	—	—	-0,775
$R_{BV}$	—	—	-0,225

## FÓRMULAS

$$a = b = \frac{0,5l}{\sin 75^\circ}$$

$$c = \sqrt{l^2 + (h - h_1)^2}$$

$$d = \frac{0,5l}{\sin 60^\circ}$$

$$e = h$$

$$h = \frac{a \cdot \sin 45^\circ}{\sin 60^\circ}$$

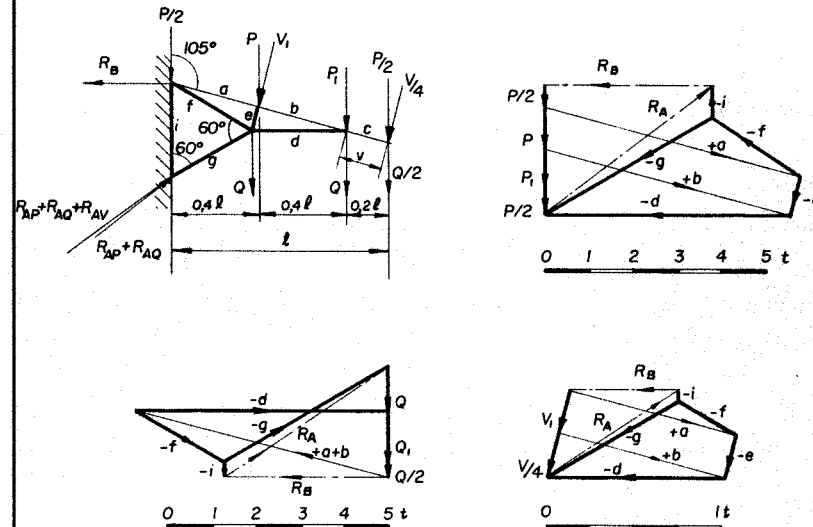
$$h_1 = l \cdot \tan 15^\circ$$

# MARQUISE (II)

Sinal - = esforço de compressão

Sinal + = esforço de tração

LANCE MÁXIMO CONVENIENTE : 6 m



barra	compr. $l$	P	Q	V
a	0,414	+6	+6	+0,95
b	0,414	+5,78	+6	+0,95
c	0,207	—	—	—
d	0,4285	-5,6	-5,8	-0,98
e	0,1109	-1	0	-0,25
f	0,4285	-2,4	-2,4	-0,43
g	0,4285	-4,3	-4,4	-0,8
i	0,4285	-0,8	-0,4	-0,025
$R_A$	—	-4,8	-4,6	-0,83
$R_B$	—	-3,7	-3,8	-0,55

## FÓRMULAS

$$a = b = \frac{0,4l}{\sin 75^\circ}$$

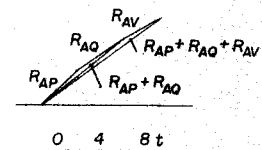
$$c = a/2$$

$$d = f = \frac{a}{\sin 75^\circ}$$

$$e = a \tan 15^\circ$$

$$g = i = f \quad M_{HP} = \frac{P}{2} \cdot 0,2l$$

$$M_{HQ} = \frac{Q}{2} \cdot 0,2l \quad M_{HV} = \frac{V}{4} \cdot l$$



# MARQUISE (III)

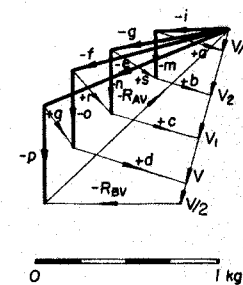
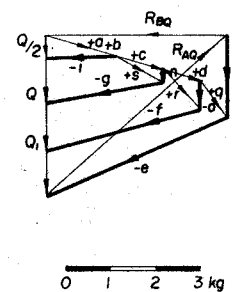
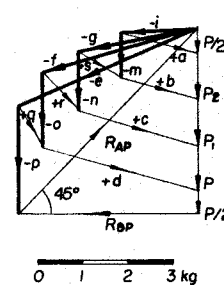
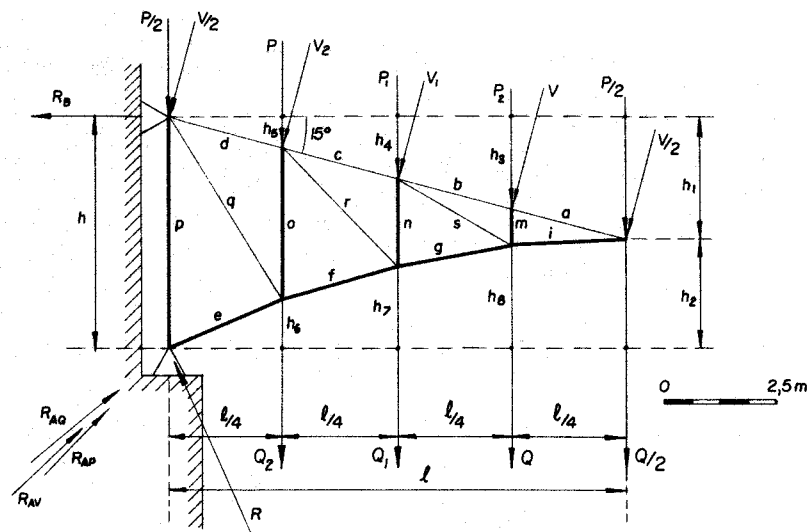
TRAÇO GROSSO — compressão

TRAÇO FINO — tração

LANCE MÁXIMO CONVENIENTE: 10m

Sinal - = esforço de compressão

Sinal + = esforço de tração



## REAÇÕES

$$R_{AP} = -5,65$$

$$R_{BP} = -4$$

$$R_{AQ} = -5,31$$

$$R_{BQ} = -4$$

$$R_{AV} = -1,43$$

$$R_{BV} = -0,80$$

## RESULTANTE

$$R = \frac{l^2 + h^2}{2h_2}$$

## FÓRMULAS

$$a = b = c = d = \frac{0,25l}{\sin 75^\circ} \quad g = \sqrt{(0,25l)^2 + (h_8 - h_7)^2} \quad h_3 = 0,75l \tan 15^\circ$$

$$p = h \quad i = \sqrt{(0,25l)^2 + (h_2 - h_8)^2} \quad h_4 = 0,5l \tan 15^\circ$$

$$o = h - (h_5 + h_6) \quad q = \sqrt{(0,25l)^2 + (h - h_6)^2} \quad h_5 = 0,25l \tan 15^\circ$$

$$n = h - (h_4 + h_7) \quad r = \sqrt{(0,25l)^2 + (h - h_5 - h_7)^2} \quad h_6 = \sqrt{R^2 - (0,75l)^2 - (R - h_2)}$$

$$m = h - (h_3 + h_8) \quad s = \sqrt{(0,25l)^2 + (h - h_4 - h_8)^2} \quad h_7 = \sqrt{R^2 - (0,5l)^2 - (R - h_2)}$$

$$e = \sqrt{(0,25l)^2 + h_6^2} \quad h_1 = l \tan 15^\circ \quad h_8 = \sqrt{R^2 - (0,25l)^2 - (R - h_2)}$$

$$f = \sqrt{(0,25l)^2 + (h_7 - h_6)^2} \quad h_2 = h - h_1$$

barra	compr. l	P	Q	V	barra	compr. l	P	Q	V
a	0,2558	+1,60	+1,60	+0,38	r	0,3591	+1,25	+1,25	+0,33
b	0,2588	+1,60	+1,60	+0,33	s	0,2915	-1,15	+1,20	+0,30
c	0,2588	+2,70	+2,70	+0,55	h	0,5	—	—	—
d	0,2588	+3,60	+3,60	+0,70	h <sub>1</sub>	0,2679	—	—	—
e	0,2700	-4,40	-4,40	-1,15	h <sub>2</sub>	0,2321	—	—	—
f	0,2600	-3,60	-3,60	-0,83	h <sub>3</sub>	0,2009	—	—	—
g	0,2535	-2,70	-2,70	-0,70	h <sub>4</sub>	0,1335	—	—	—
i	0,2545	-1,60	-1,60	-0,40	h <sub>5</sub>	0,0670	—	—	—
m	0,0821	-1	0	-0,25	h <sub>6</sub>	0,1030	—	—	—
n	0,1915	-1,35	-0,35	-0,35	h <sub>7</sub>	0,1750	—	—	—
o	0,3300	-1,65	-0,65	-0,43	h <sub>8</sub>	0,2170	—	—	—
p	0,5	-2,30	-1,60	-0,58	R	2,2711	—	—	—
q	0,4691	+1	+0,70	+0,27	R-h <sub>2</sub>	2,0390	—	—	—

# TESOURA COM UM PENDURAL (DUAS ESCORAS E TIRANTE HORIZONTAL)

Traço grosso — compressão  
Traço fino — tração

VÃO MÁXIMO CONVENIENTE: 10 m

sinai - = esforço de compressão  
sinai + = esforço de tração

## FÓRMULA GERAL

$$h = \frac{\ell}{2} \operatorname{tg} \alpha, \quad \beta = 90^\circ - \alpha, \quad c = c' = \ell/2$$

$$a = a' = b = b' = d = d' = \frac{\ell/4}{\cos \alpha}$$

## EXEMPLO

Determinar o esforço e o comprimento da barra "d" tendo a tesoura o carregamento  $V_E = 500 \text{ kg}$ , empena é  $30^\circ$  e vão de  $8 \text{ m}$

$$F_d = -0,58 V_E = -0,58 \cdot 500 = -290 \text{ kg (compressão)}$$

$$\ell_d = 0,288 \ell = 0,288 \cdot 8 = 2,304 \text{ m}$$

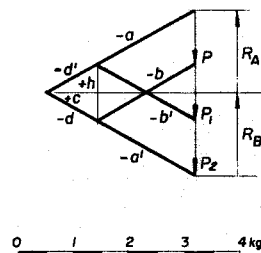
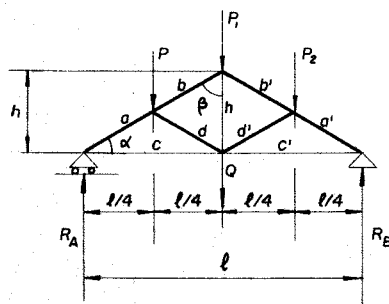


DIAGRAMA CARGA P

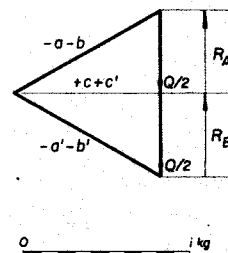


DIAGRAMA CARGA Q

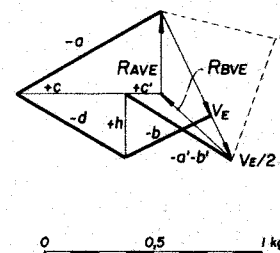


DIAGRAMA VENTO  $V_E$   
esquerda

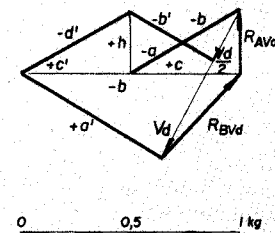


DIAGRAMA VENTO  $V_d$   
direita

$V_h$  = vento horizontal,  $V_E$  = vento à esquerda,  
 $V_d$  = vento à direita,  $V_E = V_d = V_h \operatorname{sen} \alpha$

COEFICIENTES PARA DETERMINAÇÃO DOS COMPRIMENTOS E DOS ESFORÇOS NAS BARRAS. —  $\alpha$  = ângulo de empeno.

$\alpha$ barra	Comprimento $\ell$					P					Q					$V_E$					$V_d$				
	$18^\circ$	$22^\circ$	$27^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$18^\circ$	$22^\circ$	$27^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$18^\circ$	$22^\circ$	$27^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$18^\circ$	$22^\circ$	$27^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$18^\circ$	$22^\circ$	$27^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$
a	0,262	0,269	0,280	0,288	0,353	-4,85	-4,00	-3,30	-3,00	-2,12	-1,61	-1,33	-1,09	-1,00	-0,71	-0,97	-0,86	-0,78	-0,75	-0,17	-0,53	-0,54	-0,56	-0,60	-0,36
b	0,262	0,269	0,280	0,288	0,353	-3,23	-2,66	-2,20	-2,00	-1,41	-1,61	-1,33	-1,09	-1,00	-0,71	-0,51	-0,47	-0,47	-0,45	-0,17	-0,53	-0,54	-0,56	-0,60	-0,36
c	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	+4,62	+3,71	+2,95	+2,59	+1,50	+1,51	+1,24	+0,98	+0,86	+0,50	+0,92	+0,80	+0,69	+0,63	-0,25	+0,50	+0,52	+0,50	+0,48	+0,25
d	0,262	0,269	0,280	0,288	0,353	-1,61	-1,33	-1,10	-1,00	-0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,56	-0,54	-0,52	-0,58	-0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
h	0,162	0,202	0,254	0,288	0,500	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+1,00	+0,18	+0,20	+0,25	+0,30	-0,25	+0,16	+0,20	+0,25	+0,33	+0,25
d'	0,262	0,269	0,280	0,288	0,353	-1,61	-1,33	-1,10	-1,00	-0,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,52	-0,53	-0,56	-0,58	-0,36
c'	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	+4,62	+3,71	+2,95	+2,59	+1,50	+1,51	+1,24	+0,98	+0,86	+0,50	+0,35	+0,30	+0,19	+0,13	-0,13	+1,00	+0,97	+0,99	+1,05	+0,50
b'	0,262	0,269	0,280	0,288	0,353	-3,23	-2,66	-2,20	-2,00	-1,41	-1,61	-1,33	-1,09	-1,00	-0,71	-0,53	-0,54	-0,56	-0,60	-0,32	-0,52	-0,44	-0,43	-0,45	-0,18
a'	0,262	0,269	0,280	0,288	0,353	-4,85	-4,00	-3,30	-3,00	-2,12	-1,61	-1,33	-1,09	-1,00	-0,71	-0,53	-0,54	-0,56	-0,60	-0,32	-0,90	-0,82	-0,76	-0,75	-0,18

# TESOURA "POLENCEAU" COM TIRANTE LEVANTADO

TRAÇO GROSSO — compressão

TRAÇO FINO — tração

VÃO MÁXIMO CONVENIENTE : 12 m

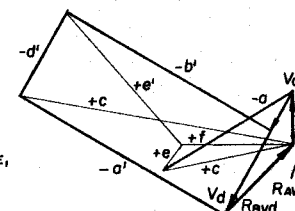
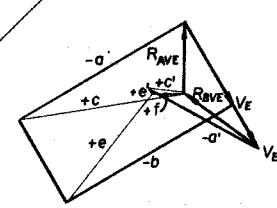
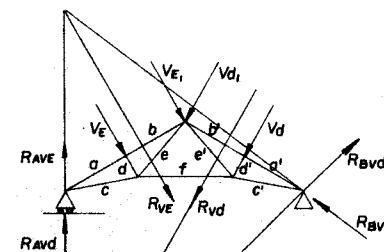
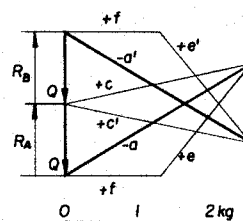
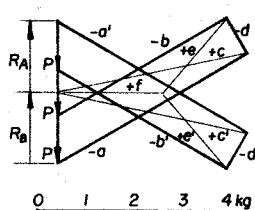
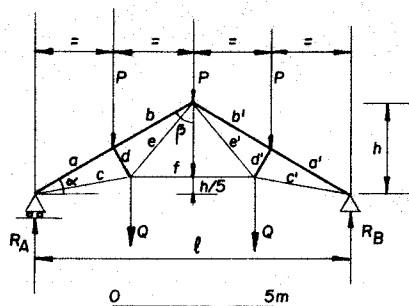
Sinal - = esforço de compressão

Sinal + = esforço de tração

## FÓRMULAS

$$a = b = b' = a' = \frac{0,25 \ell}{\sin \beta} \quad f = 2 \left[ 0,5 \ell - \left( \frac{a}{\sin \beta} - 0,2 h \tan \alpha \right) \right]$$

$$c = e = e' = c' = \sqrt{f^2/4 + (h - 0,2 h)^2} \quad d = d' = \sqrt{c^2 - a^2}$$



COEFICIENTES PARA DETERMINAÇÃO DOS COMPRIMENTOS E DOS ESFORÇOS NAS BARRAS —  $\alpha$  = ângulo da empena

$\alpha$ barra	COMPRIMENTO $\ell$					P					Q					$V_E$					$V_d$				
	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°
a	0,262	0,270	0,280	0,288	0,353	-7,75	-6,23	-5,06	-4,20	-2,90	-5,67	-4,15	-3,35	-2,80	-1,85	-1,42	-1,44	-1,04	-1,00	-0,52	-0,78	-0,76	-0,75	-0,80	-0,84
b	0,262	0,270	0,280	0,288	0,353	-7,50	-5,84	-4,60	-3,70	-2,10	-5,67	-3,85	-3,35	-2,80	-1,85	-1,42	-1,44	-1,04	-1,00	-0,52	-0,78	-0,76	-0,75	-0,80	-0,84
c	0,268	0,278	0,296	0,305	0,412	+7,50	+5,84	+4,60	+3,70	+2,05	+5,20	+3,89	+3,05	+2,50	+1,34	+1,36	+1,36	+0,94	+0,88	+0,38	+0,63	+0,70	+0,68	+0,71	+0,58
d	0,056	0,066	0,096	0,100	0,212	-0,95	-0,92	-0,90	-0,85	-0,70	0	0	0	0	0	-0,31	-0,38	-0,45	-0,50	-0,71	0	0	0	0	0
e	0,268	0,278	0,296	0,305	0,412	+3,65	+2,55	+2,25	+2,05	+1,05	+3,65	+2,50	+2,20	+2,12	+1,36	+0,95	+0,96	+0,74	+0,75	+0,38	+0,20	+0,17	+0,16	+0,14	+0,12
f	0,472	0,452	0,424	0,400	0,202	+3,90	+2,90	+2,45	+2,20	+1,30	+2,05	+1,55	+1,40	+1,35	+1,00	+0,44	+0,42	+0,40	+0,20	-0,32	+0,58	+0,56	+0,54	+0,63	+0,60
h	0,163	0,202	0,255	0,289	0,500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
e'	0,268	0,278	0,296	0,305	0,412	+3,65	+2,55	+2,25	+2,05	+1,05	+3,65	+2,50	+2,20	+2,12	+1,36	+0,16	+0,16	+0,05	+0,05	-0,09	+1,13	+0,94	+0,82	+0,91	+0,96
d'	0,056	0,066	0,096	0,100	0,212	-0,95	-0,92	-0,90	-0,85	-0,70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,31	-0,38	-0,45	-0,50	-0,71
c'	0,268	0,278	0,296	0,305	0,412	+7,50	+5,84	+4,60	+3,70	+2,05	+5,20	+3,89	+3,05	+2,50	+1,34	+0,57	+0,56	+0,42	+0,20	-0,36	+1,70	+1,46	+1,32	+1,48	+1,36
b'	0,262	0,270	0,280	0,288	0,353	-7,50	-5,84	-4,60	-3,70	-2,10	-5,67	-3,85	-3,35	-2,80	-1,85	-0,74	-0,82	-0,56	-0,68	-0,55	-1,62	-1,36	-1,16	-1,25	-0,81
a'	0,262	0,270	0,280	0,288	0,353	-7,75	-6,23	-5,06	-4,20	-2,90	-5,67	-4,15	-3,35	-2,80	-1,85	-0,74	-0,82	-0,56	-0,68	-0,55	-1,62	-1,36	-1,16	-1,25	-0,81

# TESOURA COM DOIS PENDURAIIS (QUATRO ESCORAS E TIRANTE HORIZONTAL)

TRAÇO GROSSO — compressão

TRAÇO FINO — tração

VÃO MÁXIMO CONVENIENTE : 18 m

Sinal - = esforço de compressão

Sinal + = esforço de tração

## FÓRMULAS

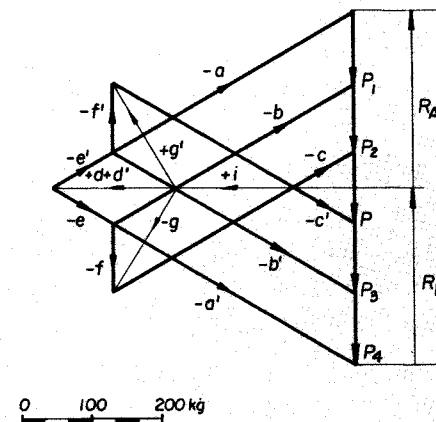
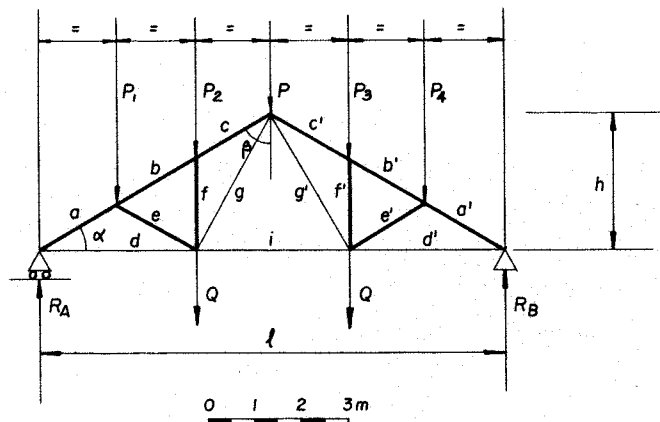
$$a = b = c = e = e' = c' = b' = a' = \frac{0,166 l}{\sin \beta}$$

$$d = d' = l/3, \quad i = l/3$$

$$f = f' = \frac{l}{3} \tan \alpha$$

$$g = g' = \sqrt{\left(\frac{l}{6}\right)^2 + h^2}$$

$$h = \frac{l}{2} \tan \alpha$$



COEFICIENTES PARA DETERMINAÇÃO DOS COMPRIMENTOS E DOS ESFORÇOS NAS BARRAS —  $\alpha$  = ângulo da empena

barra	COMPRIMENTO $l$					P					Q					V <sub>E</sub>					V <sub>d</sub>				
	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°
a	0,175	0,179	0,187	0,192	0,235	-8,089	-6,66	-5,50	-5	-3,54	-3,15	-2,6	-2,2	-2	-1,45	-1,87	-1,51	-1,3	-1,33	-0,78	-0,8	-0,98	-0,74	-0,86	-1,06
b	0,175	0,179	0,187	0,192	0,235	-6,4	-5,3	-4,4	-3,97	-2,85	-3,15	-2,6	-2,2	-2	-1,45	-1,41	-1,10	-0,98	-1,01	-0,78	-0,8	-0,98	-0,74	-0,86	-1,06
c	0,175	0,179	0,187	0,192	0,235	-6,4	-5,3	-4,4	-3,97	-2,85	-3,15	-2,6	-2,2	-2	-1,45	-1,48	-1,25	-1,18	-1,30	-1,46	-0,8	-0,98	-0,74	-0,86	-1,06
d	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	+7,7	+6,2	+4,9	+4,33	+2,6	+3	+2,4	+1,95	+1,75	+1	+1,76	+1,4	+1,15	+1,14	+0,55	+0,78	+0,92	+0,66	+0,76	+0,76
e	0,175	0,179	0,187	0,192	0,236	-1,6	-1,3	-1,1	-1	-0,7	0	0	0	0	0	-0,53	-0,54	-0,5	-0,6	-0,7	0	0	0	0	0
f	0,108	0,1345	0,1696	0,192	0,333	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	-0,32	-0,41	-0,46	-0,56	-1,02	0	0	0	0	0
g	0,231	0,261	0,304	0,333	0,526	+2,2	+1,95	+1,8	+1,75	+1,65	+1,45	+1,25	+1,15	+1,15	+1,07	+0,7	+0,78	+0,8	+0,96	+1,58	0	0	0	0	0
h	0,1625	0,202	0,255	0,289	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
i	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	+4,6	+3,7	+2,95	+2,57	+1,5	+1,95	+1,65	+1,35	+1,15	+0,65	+0,38	+0,58	+0,9	+0,02	+0,5	+0,78	+0,92	+0,66	+0,76	+0,76
g'	0,231	0,261	0,304	0,333	0,526	+2,2	+1,95	+1,8	+1,75	+1,65	+1,45	+1,25	+1,15	+1,15	+1,07	0	0	0	0	0	+0,72	+0,8	+0,82	+1,02	+1,6
f'	0,108	0,1345	0,1696	0,192	0,333	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,32	-0,42	-0,45	-0,58	-1
e'	0,175	0,179	0,187	0,192	0,236	-1,6	-1,3	-1,1	-1	-0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,51	-0,54	-0,5	-0,56	-0,71
d'	0,333	0,333	0,333	0,333	0,333	+7,7	+6,2	+4,9	+4,33	+2,6	+3	+2,4	+1,95	+1,75	+1	+0,38	+0,58	+0,9	+0,02	+0,5	+1,7	+1,68	+1,56	+1,74	+1,76
c'	0,175	0,179	0,187	0,192	0,235	-6,4	-5,3	-4,4	-3,97	-2,85	-3,15	-2,6	-2,2	-2	-1,45	-0,6	-0,98	-1,4	-0,82	-1,05	-1,30	-1,28	-1,14	-1,32	-1,44
b'	0,175	0,179	0,187	0,192	0,235	-6,4	-5,3	-4,4	-3,97	-2,85	-3,15	-2,6	-2,2	-2	-1,45	-0,6	-0,98	-1,4	-0,82	-1,05	-1,2	-1,12	-0,94	-1,02	-0,74
a'	0,175	0,179	0,187	0,192	0,235	-8,089	-6,66	-5,50	-5	-3,54	-3,15	-2,6	-2,2	-2	-1,45	-0,6	-0,98	-1,4	-0,82	-1,05	-1,6	-1,50	-1,24	-1,3	-0,74



# TESOURA COM DOIS PENDURAIIS (DUAS ESCORAS E TIRANTE HORIZONTAL)

TRAÇO GROSSO — compressão

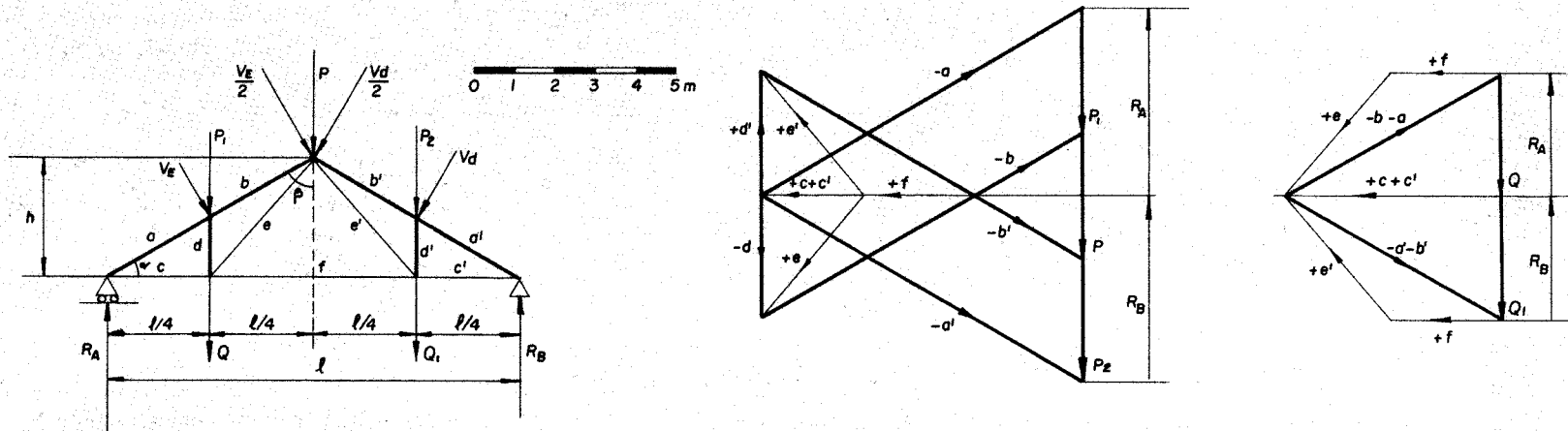
TRAÇO FINO — tração

VÃO MÁXIMO CONVENIENTE : 12 m

Sinal - = esforço de compressão

Sinal + = esforço de tração

FÓRMULAS :  $a = b = a' = b' = \frac{l/4}{\sin \beta}$ ,  $\beta = 90^\circ - \alpha$ ,  $h = \frac{l}{2} \tan \alpha$ ,  $f = l/2$ ,  $c = c' = l/4$ ,  $e = e' = \sqrt{(\frac{l}{4})^2 + h^2}$



COEFICIENTES PARA DETERMINAÇÃO DOS COMPRIMENTOS E DOS ESFORÇOS NAS BARRAS —  $\alpha$  = ângulo da empeno

barra	$\alpha$	COMPRIMENTO $l$					P					Q					$V_E$					$V_d$				
		18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°
a		0,2625	0,269	0,2805	0,2885	0,3535	-4,85	-4	-3,30	-3	-2,12	-3,23	-2,7	-2,2	-2	-1,45	-0,92	-0,98	-0,78	-0,74	-0,36	-0,54	-0,53	-0,55	-0,6	-0,71
b		0,2625	0,269	0,2805	0,2885	0,3535	-4,85	-4	-3,30	-3	-2,12	-3,23	-2,7	-2,2	-2	-1,45	-1,02	-1,15	-1,01	-1,02	-1,06	-0,54	-0,53	-0,55	-0,6	-0,71
c		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	+4,62	+3,71	+2,45	+2,598	+1,53	+3,1	+2,5	+1,96	+1,73	+1	+0,88	+0,91	+0,7	+0,64	+0,25	+0,52	+0,54	+0,5	+0,5	+0,5
d		—	—	—	—	—	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	-0,33	-0,4	-0,51	-0,64	-1	0	0	0	0	0
e		0,297	0,321	0,356	0,381	0,559	+1,85	+1,52	+1,40	+1,33	+1,13	+1,85	+1,6	+1,4	+1,3	+1,15	+0,59	+0,64	+0,72	+0,77	+1,12	0	0	0	0	0
f		0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	+3,05	+2,52	+1,95	+1,73	+0,50	+1,55	+1,25	+1	+0,85	+0,52	+0,38	+0,42	+0,19	+0,14	+0,25	+0,52	+0,54	+0,5	+0,5	+0,5
h		0,162	0,202	0,254	0,288	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
e'		0,297	0,321	0,356	0,381	0,559	+1,85	+1,52	+1,40	+1,33	+1,13	+1,85	+1,6	+1,4	+1,3	+1,15	0	0	0	0	0	+0,59	+0,64	+0,73	+0,76	+1,13
d'		—	—	—	—	—	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,33	-0,4	-0,51	-0,58	-1
c'		0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	+4,62	+3,71	+2,45	+2,598	+1,53	+3,1	+2,5	+1,96	+1,73	+1	+0,38	+0,42	+0,19	+0,14	+0,25	+1,01	+1,04	+1,01	+1	+1
b'		0,2625	0,269	0,2805	0,2885	0,3535	-4,85	-4	-3,30	-3	-2,12	-3,23	-2,7	-2,2	-2	-1,45	-0,55	-0,62	-0,55	-0,6	-0,9	-1,02	-1,04	-1,02	-1	-1,07
a'		0,2625	0,269	0,2805	0,2885	0,3535	-4,85	-4	-3,30	-3	-2,12	-3,23	-2,7	-2,2	-2	-1,45	-0,55	-0,62	-0,55	-0,6	-0,9	-0,92	-0,88	-0,78	-0,71	-0,36

# TESOURA "POLENCEAU" COM TIRANTE HORIZONTAL

Traço grosso — compressão

Traço fino — tração

VÃO MÁXIMO CONVENIENTE : 12 m

sinal - = esforço de compressão

sinal + = esforço de tração

## FÓRMULAS :

Para  $\alpha = 18^\circ, 22^\circ, 27^\circ$

$$\begin{aligned} a = b = a' = b' &= \frac{0,5 \ell}{2 \sin \beta} \\ c = c' &= \frac{a}{\sin \beta} \\ d = d' &= a \tan \alpha \\ h &= 0,5 \ell \tan \alpha \\ f &= \ell - (c + c') \\ e = e' &= \sqrt{\left(\frac{f}{2}\right)^2 + h^2} \end{aligned}$$

Para  $\alpha = 30^\circ$

$$\begin{aligned} a = b = a' = b' &= \frac{0,5 \ell}{2 \sin \beta} \\ c = c' &= \ell/3 \\ d = d' &= \sqrt{a^2 + c^2 + 2ac \cos \alpha} \\ h &= 0,5 \ell \tan \alpha, \quad t = \ell/3 \\ e = e' &= \sqrt{\left(\frac{f}{6}\right)^2 + h^2} \end{aligned}$$

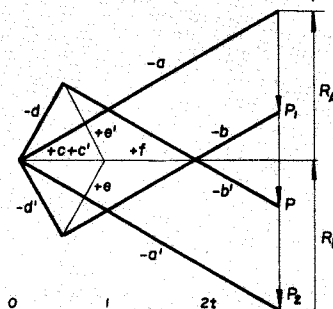
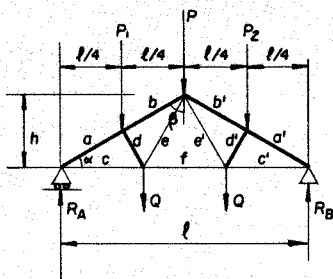


DIAGRAMA CARGA P

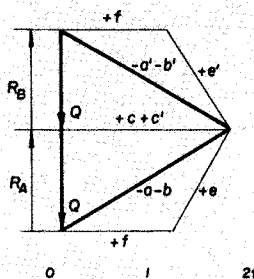


DIAGRAMA CARGA Q

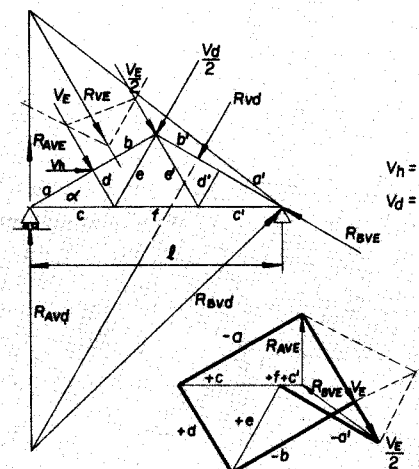


DIAGRAMA VENTO VE

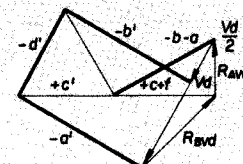


DIAGRAMA VENTO VD

COEFICIENTES PARA DETERMINAÇÃO DOS COMPRIMENTOS E DOS ESFORÇOS NAS BARRAS —  $\alpha = \text{ângulo de empeno}$ .

barra	Comprimento $\ell$					P					Q					VE					VD				
	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°
a	0,262	0,269	0,280	0,288	Não executável	-4,85	-4,00	-3,30	-3,00	Não executável	-3,23	-2,70	-2,20	-2,00	Não executável	-0,91	-0,85	-0,78	-0,73	Não executável	-0,53	-0,57	-0,58	-0,58	Não executável
b	0,262	0,269	0,280	0,288		-4,00	-3,40	-2,80	-2,47		-3,23	-2,70	-2,20	-2,00		-0,91	-0,85	-0,78	-0,73		-0,53	-0,57	-0,58	-0,58	
c	0,275	0,293	0,315	0,333		+4,62	+3,71	+2,95	+2,60		+3,10	+2,50	+1,96	+1,73		+0,86	+0,79	+0,70	+0,63		+0,50	+0,54	+0,52	+0,50	
d	0,085	0,112	0,145	0,166		-1,05	-1,00	-0,90	-0,85		0	0	0	0		-0,31	-0,38	-0,46	-0,50		0	0	0	0	
e	0,275	0,293	0,315	0,333		+1,05	+1,00	+0,90	+0,86		+1,85	+1,60	+1,40	+1,30		+0,51	+0,47	+0,52	+0,50		0	0	0	0	
f	0,450	0,414	0,370	0,333		+3,05	+2,30	+1,95	+1,75		+1,50	+1,25	+1,00	+0,85		+0,35	+0,33	+0,18	+0,13		+0,50	+0,54	+0,52	+0,50	
h	0,162	0,202	0,255	0,289		—	—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	—		—	—	—	—	
e'	0,275	0,293	0,315	0,333		+1,05	+1,00	+0,90	+0,86		+1,85	+1,60	+1,40	+1,30		0	0	0	0		+0,51	+0,47	+0,52	+0,50	
d'	0,085	0,112	0,145	0,166		-1,05	-1,00	-0,90	-0,85		0	0	0	0		0	0	0	0		-0,31	-0,38	-0,45	-0,50	
c'	0,275	0,293	0,315	0,333		+4,62	+3,71	+2,95	+2,60		+3,10	+2,50	+1,96	+1,73		+0,35	+0,33	+0,18	+0,13		+0,99	+0,99	+1,00	+1,00	
b'	0,262	0,269	0,280	0,288	Não executável	-4,85	-4,00	-3,30	-3,00	Não executável	-3,23	-2,70	-2,20	-2,00	Não executável	-0,51	-0,38	-0,56	-0,58	Não executável	-0,91	-0,85	-0,78	-0,73	Não executável
a'	0,262	0,269	0,280	0,288		-4,00	-3,40	-2,80	-2,47		-3,23	-2,70	-2,20	-2,00		-0,51	-0,58	-0,56	-0,58		-0,91	-0,85	-0,78	-0,73	

# TESOURA ALEMÃ

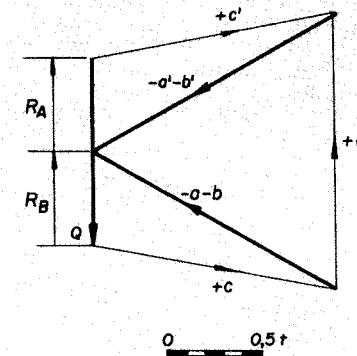
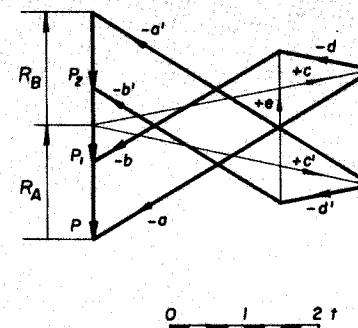
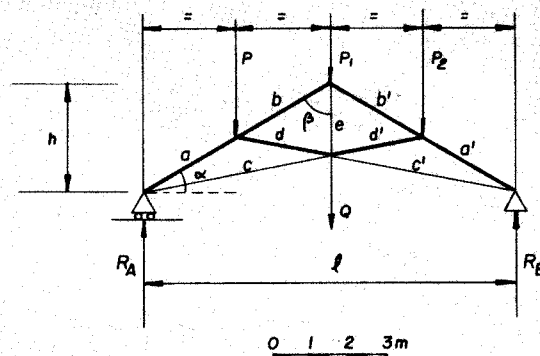
TRAÇO GROSSO — compressão  
TRAÇO FINO — tração

VÃO MÁXIMO CONVENIENTE: 10m

Sinal - = esforço de compressão

Sinal + = esforço de tração

FÓRMULAS:  $a = b = b' = a' = \frac{0,25 \ell}{\sin \beta}$ ,  $e = \frac{2h}{3}$ ,  $c = c' = \sqrt{(0,5 \ell)^2 + (0,333 h)^2}$ ,  $d = d' = 0,5 c$



COEFICIENTES PARA DETERMINAÇÃO DOS COMPRIMENTOS E DOS ESFORÇOS NAS BARRAS —  $\alpha$  = ângulo da empena

$\alpha$ barra	COMPRIMENTO $\ell$					P					Q					V <sub>E</sub>					V <sub>d</sub>				
	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°
a	0,263	0,269	0,281	0,289	0,354	-7,3	-6,05	-4,9	-4,5	-3,42	-2,4	-2,1	-1,64	-1,5	-1,07	-1,32	-1,3	-1,04	-1,06	-0,52	-0,48	-0,74	-0,68	-0,86	-1,06
b	0,263	0,269	0,281	0,289	0,354	-4,9	-4,05	-3,3	-3	-2,15	-2,4	-2,1	-1,64	-1,5	-1,07	-0,64	-0,62	-0,49	-0,48	-0,9	-0,48	-0,74	-0,68	-0,86	-1,06
c	0,502	0,504	0,507	0,509	0,527	+7	+5,65	+4,45	+3,95	+4,4	+2,3	+1,96	+1,48	+1,32	+0,79	+1,26	+1,22	+0,98	+0,94	+0,38	+0,45	+0,68	+0,6	+0,76	+0,78
d	0,251	0,252	0,254	0,255	0,264	-2,3	-1,85	-1,46	-1,3	-0,8	0	0	0	0	0	-0,75	-0,78	-0,96	-0,76	-0,78	0	0	0	0	0
e	0,108	0,135	0,169	0,192	0,333	+2	+2	+2	+2	+2	+1,5	+1,55	+1,48	+1,40	+1,5	+0,26	+0,32	+0,31	+0,34	+0,25	+0,14	+0,35	+0,42	+0,56	+0,98
h	0,162	0,202	0,254	0,288	0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
d'	0,251	0,252	0,254	0,255	0,264	-2,3	-1,85	-1,46	-1,3	-0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,77	-0,75	-0,68	-0,76	-0,8
c'	0,502	0,504	0,507	0,509	0,527	+7	+5,65	+4,45	+3,95	+4,4	+2,3	+1,96	+1,48	+1,32	+0,79	+0,5	+0,44	+0,26	+0,18	+0,4	+1,22	+1,44	+1,29	+1,5	+1,56
b'	0,263	0,269	0,281	0,289	0,354	-4,9	-4,05	-3,3	-3	-2,15	-2,4	-2,1	-1,64	-1,5	-1,07	-0,68	-0,7	-0,60	-0,64	-0,52	-0,43	-0,66	-0,57	-1,27	-0,68
a'	0,263	0,269	0,281	0,289	0,354	-7,3	-6,05	-4,9	-4,5	-3,42	-2,4	-2,1	-1,64	-1,5	-0,07	-0,68	-0,7	-0,60	-0,64	-0,52	-1,13	-1,31	-1,12	-1,27	-1,13



# TESOURAS COM TRÊS PENDURAIS E COM UM PENDURAL

TRAÇO GROSSO — compressão

TRAÇO FINO — tração

VÃO MÁXIMO CONVENIENTE: 12 m

VÃO MÁXIMO CONVENIENTE: 6 m

Sinal — = compressão

Sinal + = tração

## FÓRMULAS

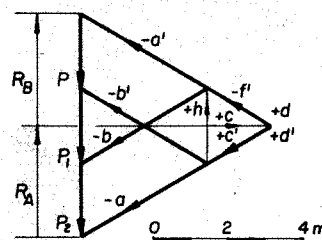
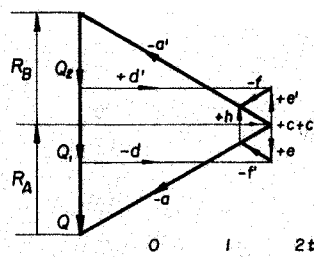
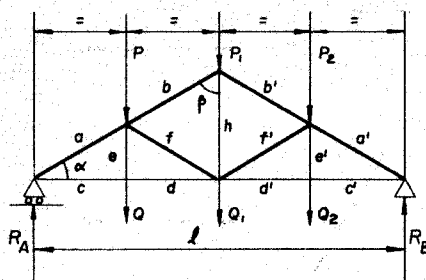
$$h = 0,5 \ell \tan \alpha \quad \beta = 90^\circ - \alpha$$

$$a = b = f = f' = b' = a' = \frac{0,25 \ell}{\sin \beta}$$

$$c = d = d' = c' = 0,25 \ell$$

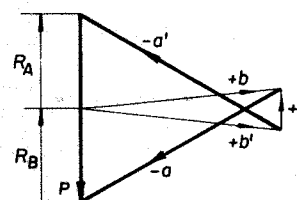
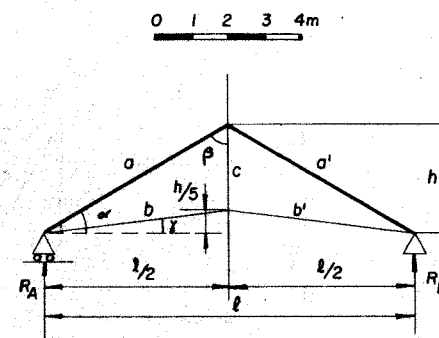
$$e = e' = c \cdot \tan \alpha$$

$P_1, V$  são os mesmos da tesoura com 1 pendural, 2 escoras e tirante horizontal, pois os esforços em  $e, e'$  são nulos.



COEF. PARA DETERM. DOS COMPRIMENTOS E DOS ESFORÇOS NAS BARRAS —  $\alpha$  = âng. da empenta.

$\alpha$ barra	COMPRIMENTO $\ell$					Q				
	18°	22°	27°	30°	45°	18°	22°	27°	30°	45°
a	0,262	0,269	0,280	0,288	0,353	-4,85	-4	-3,3	-3	-2,12
b	0,262	0,269	0,280	0,288	0,353	-3,2	-2,72	-2,17	-2	-1,45
c	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	+4,62	+3,71	+2,94	+2,6	+1,5
d	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	+4,62	+3,71	+2,94	+2,6	+1,5
e	0,081	0,101	0,127	0,144	0,25	+0,5	+0,5	+0,5	+0,5	+1
f	0,262	0,269	0,280	0,288	0,353	-0,85	-0,65	-0,55	-0,5	-0,7
h	0,1625	0,202	0,2547	0,2885	0,5	+0,5	-0,5	+0,5	+0,5	+1
f'	0,262	0,269	0,280	0,288	0,353	-0,85	-0,65	-0,55	-0,5	-1
e'	0,081	0,101	0,127	0,144	0,25	+0,5	+0,5	+0,5	+0,5	+1
d'	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	+4,62	+3,71	+2,94	+2,6	+1,5
c'	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	+4,62	+3,71	+2,94	+2,6	+1,5
b'	0,262	0,269	0,280	0,288	0,353	-3,2	-2,72	-2,17	-2	-1,45
a'	0,262	0,269	0,280	0,288	0,353	-4,85	-4	-3,3	-3	-2,12



## FÓRMULAS

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

$$c = h - h/5$$

$$h/5 = 0,1 \ell \tan \alpha$$

$$b = b' = \frac{0,5 \ell}{\sin 90^\circ - \beta}$$

$$a = a' = \frac{0,5 \ell}{\sin \beta}$$

$$h = 0,5 \ell \tan \alpha$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{0,5 \ell}$$

$$\tan \beta = \frac{0,2 h}{0,5 \ell}$$

$\alpha$ barra	COMPRIMENTO $\ell$				
	18°	22°	27°	30°	45°
a	0,525	0,538	0,561	0,577	0,707
b	0,501	0,501	0,502	0,504	0,510
c	0,1296	0,1616	0,2032	0,2304	0,4
b'	0,501	0,501	0,502	0,504	0,510
a'	0,525	0,538	0,561	0,577	0,707
h	0,162	0,202	0,254	0,288	0,5
h/5	0,0325	0,0404	0,0509	0,0577	0,1

P					
a	-2,05	-1,6	-1,37	-1,25	-0,9
b	+1,97	+1,56	+1,23	+1,11	+0,65
c	+0,26	+0,25	+0,25	+0,25	+0,25
b'	+1,97	+1,56	+1,23	+1,11	+0,65
a'	-2,05	-1,6	-1,37	-1,25	-0,9

Q					
a	-1,96	-1,63	-1,37	-1,23	-0,88
b	+1,88	+1,51	+1,23	+1,08	+0,63
c	+1,23	+1,24	+1,25	+1,26	+1,27
b'	+1,88	+1,51	+1,23	+1,08	+0,63
a'	-1,96	-1,63	-1,37	-1,23	-0,88

V <sub>E</sub>					
a	-0,26	-0,24	-0,21	-0,19	-0,16
b	+0,25	+0,23	+0,19	+0,16	+0,11
c	+0,03	+0,04	+0,04	+0,04	+0,042
b'	+0,25	+0,23	+0,19	+0,16	+0,11
a'	-0,31	-0,32	-0,33	-0,33	-0,35

V <sub>d</sub>					
a	-0,32	-0,33	-0,35	-0,37	-0,35
b	+0,3	+0,3	+0,315	+0,32	+0,43
c	+0,035	+0,05	+0,065	+0,08	+0,17
b'	+0,3	+0,3	+0,315	+0,32	+0,43
a'	-0,27	-0,25	-0,24	-0,22	-0,24

# TESOURA TIPO "SHED" (I)

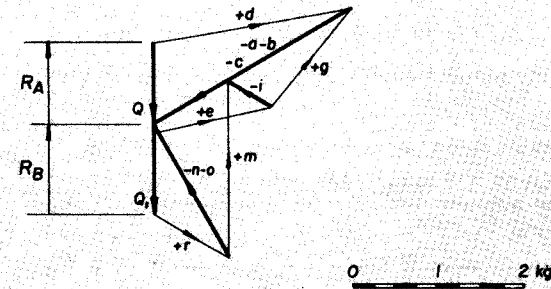
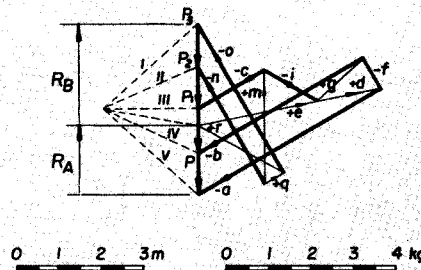
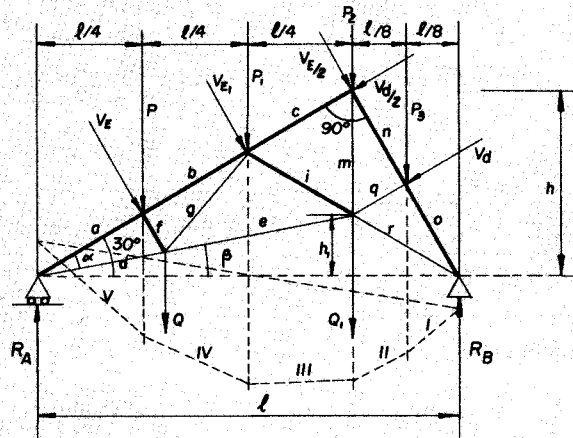
TRAÇO GROSSO — compressão

TRAÇO FINO — tração

VÃO MÁXIMO CONVENIENTE : 12 m

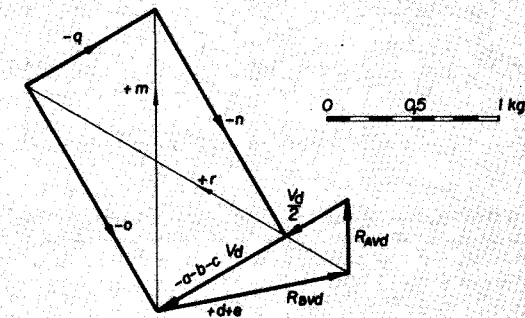
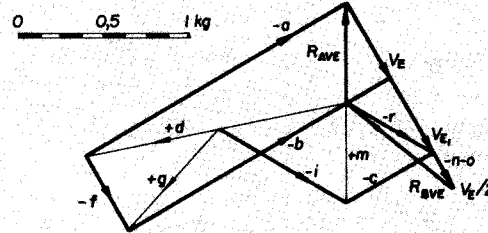
Sinal - = esforço de compressão

Sinal + = esforço de tração



COEFICIENTES PARA DETERMINAÇÃO DOS COMPRIMENTOS E DOS ESFORÇOS NAS BARRAS

barra	comprim. $l$	P	Q	$V_E$	$V_D$
a	0,2886	-4,9	-2,85	-1,75	-1,3
b	0,2886	-4,4	-2,85	-1,75	-1,3
c	0,2886	-1,9	-1	-0,58	-1,3
d	0,3053	+4,3	-2,5	+1,55	+1,15
e	0,46	+3	+1,43	+0,78	+1,15
f	0,0993	-0,85	0	-0,5	0
g	0,3053	+1,3	+1,6	+0,77	0
i	0,2886	-1,5	-0,6	-0,85	0
m	0,2886	+2,3	+2,1	+0,58	+1,75
n	0,25	-3,3	-1,85	-0,25	-1,55
o	0,25	-4,2	-1,85	-0,25	-1,55
q	0,1443	+0,5	0	0	-0,875
r	0,2886	+2,4	+1,05	+0,58	+2,19
h	0,4332	—	—	—	—
h <sub>1</sub>	0,1449	—	—	—	—



## FÓRMULAS

$$-R_{AP} = 1,6 \quad -R_{AV_E} = 0,6$$

$$-R_{BP} = 2,4 \quad -R_{BV_E} = 0,8$$

$$-R_{AQ} = 0,95 \quad -R_{AV_D} = 0,45$$

$$-R_{BQ} = 1,05 \quad -R_{BV_D} = 1,15$$

$$a = b = c = i = m = r = \frac{0,25 l}{\sin 60^\circ}$$

$$h = \frac{l}{4} \tan 60^\circ$$

$$n = o = l/4$$

$$h_1 = \sqrt{r^2 - (l/4)^2}$$

$$\alpha = 30^\circ - \beta$$

$$\tan \alpha = \tan 18^\circ 55' = 0,344$$

$$\tan \beta = \frac{h_1}{0,75 l}$$

$$q = n \tan 30^\circ$$

$$f = a \tan \alpha$$

$$d = g = \frac{a}{\sin 90^\circ - \alpha}$$

$$e = \frac{0,75 l}{\cos \beta} - d$$

# TESOURA TIPO "SHED" (II)

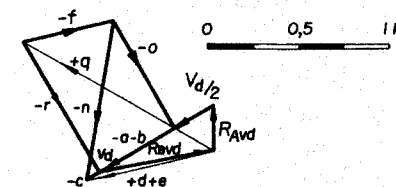
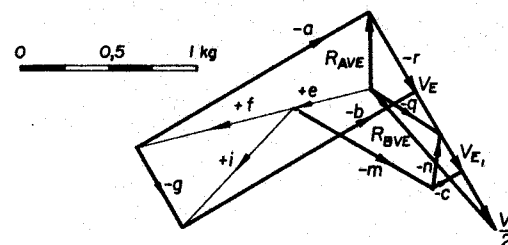
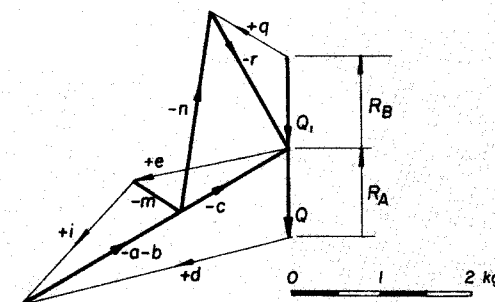
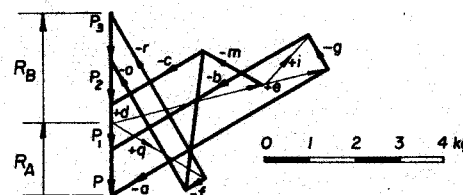
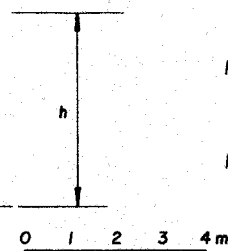
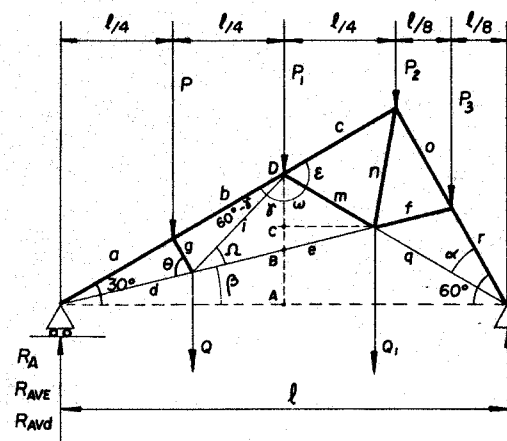
TRAÇO GROSSO — compressão

TRAÇO FINO — tração

VÃO MÁXIMO CONVENIENTE : 12 m

Sinal - = esforço de compressão

Sinal + = esforço de tração



COEF. PARA DETERM. DOS COMPRIMENTOS E DOS ESFORÇOS NAS BARRAS

barra	compr. $\ell$	P	Q	$V_E$	$V_d$
a	0,2886	-5,7	-3,45	-1,5	-0,78
b	0,2886	-5,2	-3,45	-1,5	-0,78
c	0,2886	-2,4	-1,45	-0,18	-0,9
d	0,2998	+5,1	+3,1	+1,33	+0,7
e	0,2143	+3,5	+1,8	+0,44	+0,7
f	0,1757	-0,6	0	0	-0,54
g	0,08332	-0,9	0	-0,5	0
i	0,2998	+1,6	+1,8	+0,9	0
m	0,2366	-1,5	-0,55	-0,88	0
n	0,2675	-2,9	-1,65	-0,3	-1
o	0,2500	-3,1	-1,3	-0,5	-0,75
q	0,3407	+2,4	+2,73	-0,12	+1,05
r	0,2500	-4,2	-3,1	-1	-0,87
h	0,4332	—	—	—	—

## FÓRMULAS

$$a = b = c = \frac{0,75\ell}{\sin 60^\circ} \cdot 0,333$$

$$r = o = \frac{0,25\ell}{\sin 30^\circ} \cdot 0,5$$

$$h = \frac{0,25\ell}{\tan 30^\circ}$$

$$g = a \cdot \tan (30^\circ - \beta)$$

$$d = i = \sqrt{a^2 + g^2}$$

$$e = \frac{2 \cdot i \cdot \sin \delta}{\sin (90^\circ - \beta)}$$

$$m = \sqrt{(i \cdot \sin \delta)^2 + (cd)^2}$$

$$q = \frac{r+o}{\sin \epsilon} - m$$

$$f = \sqrt{r^2 + q^2 + 2rq \cos \alpha}$$

$$n = \sqrt{c^2 + m^2 + 2cm \cos \epsilon}$$

$$\tan \beta = \frac{0,5h}{0,875\ell}; \beta = 13^\circ 55'$$

$$\tan \alpha = \frac{c}{r+o}; \alpha = 30^\circ$$

$$\theta = 90^\circ - (30^\circ - \beta); \theta = 73^\circ 55'$$

$$\Omega = 180^\circ - 2\theta; \Omega = 32^\circ 10'$$

$$\delta' = 90^\circ - \Omega - \beta; \delta' = 43^\circ 55'$$

$$AB = 0,5\ell \tan \beta; AB = 0,1235$$

$$AD = 0,5\ell \tan 30^\circ; AD = 0,2885$$

$$BC = i \sin \delta \tan \beta; BC = 0,0518$$

$$CD = AD - (AB + BC); CD = 0,1132$$

$$\epsilon = 90^\circ - \alpha; \epsilon = 60^\circ$$

# GUINDASTE (I)

TRAÇO GROSSO — compressão

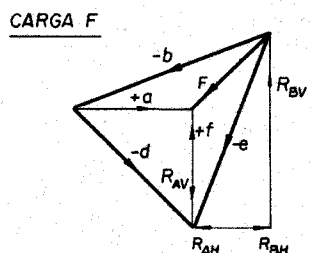
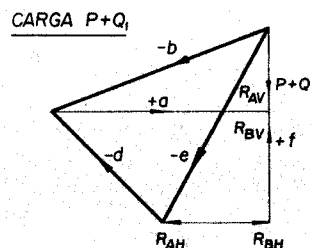
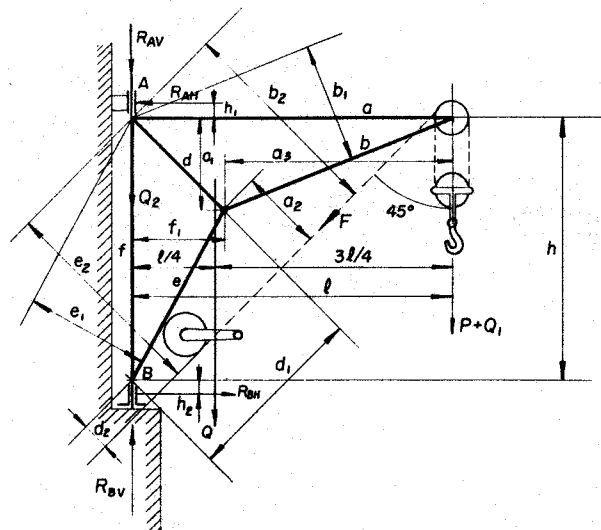
TRAÇO FINO — tração

LANCE MÁXIMO: 5 m

CARGA MÁXIMA: 1000kg

Sinal - = esforço de compressão

Sinal + = esforço de tração



COEF. PARA DETERMINAÇÃO DOS COMPRIMENTOS E DOS ESFORÇOS NAS BARRAS.

barra	roldana móvel com corda		roldana fixa com corrente		roldana móvel com corrente		roldana fixa com corda		comprimento da barra
	P+Q1	F=0,5P+3%	P+Q1	F=P+5%	P+Q1	F=0,5P+5%	P+Q1	F=P+3%	
a	+2,957	+0,538	+3,0784	+1,097	+2,957	+0,549	+3,0784	+1,075	1
b	-3,136	-0,975	-3,2656	-1,989	-3,136	-0,995	-3,2656	-1,94	0,77
d	-2,005	-0,65	-2,08	-1,326	-2,005	-0,662	-2,08	-1,303	0,4
e	-2,974	-0,925	-3,089	-1,887	-2,974	-0,944	-3,089	-1,852	0,59
f	-1,150	-0,382	-1,196	-0,869	-1,150	-0,362	-1,196	-0,869	0,8
RAH	-1,5	-0,075	-1,56	-0,153	-1,5	-0,0765	-1,56	-0,15	—
RAV	+1,5	-0,45	-1,56	-1,080	-1,5	-0,459	-1,56	-1,058	—
RBH	-1,5	-0,45	-1,56	-1,080	-1,5	-0,459	-1,56	-1,058	—
RBV	-2,65	-0,812	-2,756	-1,949	-2,65	-0,828	-2,756	-1,911	—
h	—	—	—	—	—	—	—	—	0,8
h1=h2	—	—	—	—	—	—	—	—	0,04

P = carga

$$Q = \text{pêso próprio} = \begin{cases} 0,8P & \text{para talha fixa} \\ 0,6P & \text{para talha móvel} \end{cases}$$

$$Q_1 = Q/4, \quad Q_2 = 3Q/4, \quad h = 0,8l, \quad h_1 = h_2 = 0,04l$$

$$F = \begin{cases} P + 5\% & \text{para corrente} \\ P + 3\% & \text{para corda} \end{cases}$$

EQUAÇÕES GERAIS

$$\text{Com carga } P+Q_1 \left\{ \begin{aligned} a &= \frac{(P+Q_1)a_2}{a_1} & -b &= \frac{(P+Q_1)l}{b_1} \\ -d &= \frac{(P+Q_1)l}{d_1} & -e &= \frac{(P+Q_1)l}{e_1} \\ -f &= \frac{(P+Q_1)a_3}{f_1} \end{aligned} \right.$$

$$\text{Com carga } F \left\{ \begin{aligned} a &= \frac{F a_2}{a_1} & -b &= \frac{F b_2}{b_1} \\ -d &= \frac{F d_2}{d_1} & -e &= \frac{F e_2}{e_1} \\ -f &= \begin{cases} \text{momento fletor } R_{AH} \cdot h_1 \text{ ou } R_{BH} \cdot h_2 \\ \text{(escolhe-se o maior)} \\ \text{compressão } Q_2 (R_{BV} - R_{AV}) \\ \text{momento fletor } R_{BH} \cdot h_2 \end{cases} \end{aligned} \right.$$

EQUAÇÕES PARA A DETERMINAÇÃO DO COMPR. DA BARRA

$$b = \sqrt{(a-d \cdot 0,707)^2 + (d \cdot 0,707)^2} \quad d = 0,4l$$

$$e = \sqrt{(h-d \cdot 0,707)^2 + (d \cdot 0,707)^2} \quad a = l \quad f = h$$



# GUINDASTE (II)

TRAÇO GROSSO — compressão

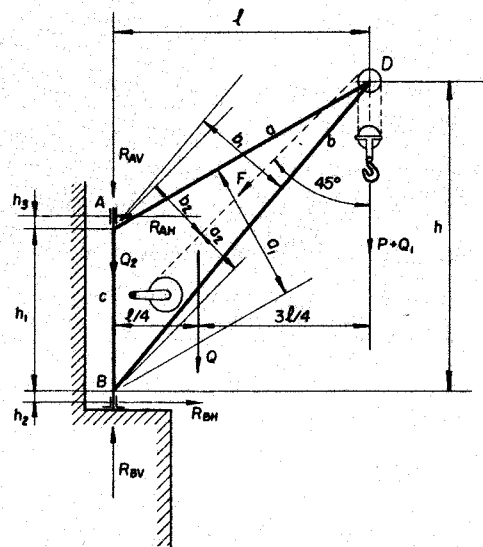
TRAÇO FINO — tração

LANCE MÁXIMO: 4m

CARGA MÁXIMA: 3000 kg

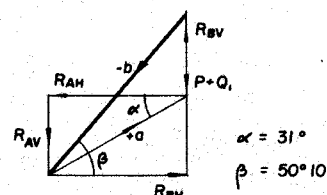
Sinal - = esforço de compressão

Sinal + = esforço de tração



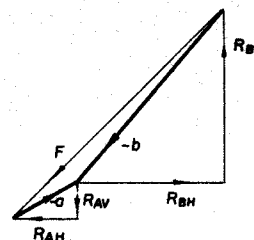
CARGA  $P+Q_1$

0 1 2 3 t



CARGA F

0 250 kg



COEFICIENTES PARA DETERMINAÇÃO DOS COMPRIMENTOS E DOS ESFORÇOS NAS BARRAS

barra	comprimento da barra	roldana móvel com corda		roldana móvel com corrente		roldana fixa com corda		roldana fixa com corrente	
		$P+Q_1$	$F=0,5P+3\%$	$P+Q_1$	$F=0,5P+5\%$	$P+Q_1$	$F=P+3\%$	$P+Q_1$	$F=P+5\%$
a	1,668	+2,1904	-0,1839	+2,1904	-0,1876	+2,2776	-0,3678	+2,2776	-0,3752
b	1,5625	-2,9676	-0,3262	-2,9676	-0,3327	-3,0863	-0,6524	-3,0863	-0,6654
c	0,6	-1,630	-0,230	-1,630	-0,230	-1,780	-0,580	-1,780	-0,580
$R_{AH}$	—	-1,87	-0,125	-1,87	-0,1275	-1,9448	-0,25	-1,9448	-0,255
$R_{AV}$	—	+1,07	-0,07	+1,07	-0,0714	+1,1128	-0,14	+1,1128	-0,1428
$R_{BH}$	—	-1,87	-0,25	-1,87	-0,255	-1,9448	-0,5	-1,9448	-0,51
$R_{BV}$	—	-2,25	-0,3	-2,25	-0,36	-2,300	-0,6	-2,300	-0,72
h	1,1	—	—	—	—	—	—	—	—
$h_1$	0,55	—	—	—	—	—	—	—	—
$h_2=h_3$	0,05	—	—	—	—	—	—	—	—

$P = \text{carga}$

$Q = \text{peso próprio} = \begin{cases} 0,8 P & \text{para talha fixa} \\ 0,6 P & \text{para talha móvel} \end{cases}$

$Q_1 = Q/4$  ,  $Q_2 = 3Q/4$

$h = 1,2 l$  ,  $h_1 = 0,6 l$  ,  $h_2 = h_3 = 0,05 l$

$F = \begin{cases} P+5\% & \text{para corrente} \\ P+3\% & \text{para corda} \end{cases} \begin{cases} p/ \text{ talha fixa} \\ p/ \text{ talha móvel} \end{cases}$

$c = \begin{cases} \text{momento fletor } R_{AH}h_3 \text{ ou } R_{BH}h_2 \text{ (escolhe-se o maior)} \\ \text{compressão } R_{AV} + R_{BV} + Q_2 \\ \text{momento fletor } R_{BH}h_3 \end{cases}$

## EQUAÇÕES GERAIS

$$\begin{aligned} \text{Com carga } P+Q_1 \quad & \begin{cases} a = \frac{(P+Q_1)l}{a_1} , \quad -b = \frac{(P+Q_1)l}{b_1} \\ -R_{AH} = \frac{(P+Q_1)l}{h_1+h_2+h_3} = R_{BH} \\ R_{AV} = R_{AH} \tan \alpha' , \quad -R_{BV} = (P+Q_1+R_{AV})-R_{AV} \end{cases} \\ \text{Com carga } F \quad & \begin{cases} -a = \frac{F a_2}{a_1} \quad -b = \frac{F b_2}{b_1} \end{cases} \end{aligned}$$

## EQUAÇÕES PARA O COMPRIMENTO DA BARRA

$$a = l / \cos \alpha' , \quad b = h / \sin \beta , \quad c = h_1$$

$$\tan \alpha = \frac{h-h_1}{l} , \quad \tan \beta = h/l$$

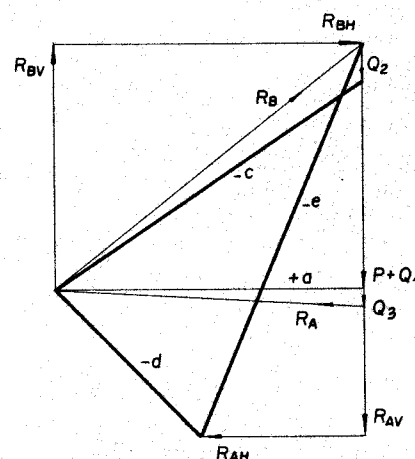
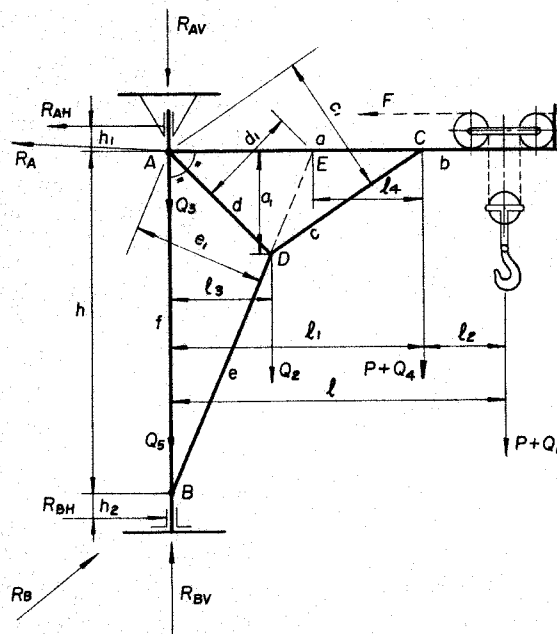
# GUINDASTE COM TROLE (I)

TRAÇO GROSSO — compressão

TRAÇO FINO — tração

Sinal - = esforço de compressão

Sinal + = esforço de tração



P = carga

Q = peso próprio do guindaste = 0,7 P

Q1 = peso próprio do trolley = 0,03 P

Q2 = peso próprio do guindaste em D = 0,4 Q

Q3 = peso próprio do guindaste em A = 0,2 Q

Q4 = peso próprio do guindaste em C = 0,2 Q

Q5 = peso próprio do guindaste em B = 0,2 Q

l1 = 0,75 l      h2 = 0,04 l

l2 = 0,25 l      d = 0,4 l

h = l      a = l1

h1 = 0,04 l      b = l2

$$F = \left\{ \begin{array}{l} P + 5 \% \text{ para corrente} \\ P + 3 \% \text{ para corda} \end{array} \right\} \text{ despreza-se}$$

## ESFÔRÇO NAS BARRAS COM TROLE EM C

## COMPRIM. DAS BARRAS

barra	l	P + Q1
a	0,75	+2,5077 + Mfa
b	0,25	+2,5077 + Mfb
c	0,545	-3,1842
d	0,4	-1,9144
e	0,789	-3,1241
f	1	—
RAH	—	-1,27
RAV	—	+1,25
RBH	—	-2,51
RBV	—	-1,79
P1	—	1,3733

$$h_1 = 0,048 l$$

$$l_3 = a_1 = 0,2828 l$$

Pressão no ponto C:

$$P_1 = \frac{(P + Q_1) l}{l_1}$$

$$M_{fa} = \frac{(P + Q_4) l_1}{4}$$

$$M_{fb} = (P + Q_1) l_2$$

$$a = \frac{(P_1 + Q_4) (l_1 - l_3)}{a_1}$$

$$e = \frac{(P_1 + Q_4) l_1 + Q_2 l_3}{e_1}$$

$$c = \frac{(P_1 + Q_4) l_1 + Q_2 l_3}{c_1}$$

$$d = \frac{(P_1 + Q_4) l_4}{d_1}$$

$$f = \left\{ \begin{array}{l} M_f = R_{AH} h_1 \\ M_f = R_{BH} h_2 \end{array} \right\} \text{ escolhe-se o maior e soma-se com o esforço de compressão: } R_{AV} - R_{BV} + Q_3$$

$$a = l_1$$

$$b = 0,25 l$$

$$c = \sqrt{(l_1 - l_3)^2 + a_1^2}$$

$$d = 0,4 l$$

$$l_3 = a_1 = d \sin 45^\circ$$

$$e = \sqrt{(h - a_1)^2 + a_1^2}$$

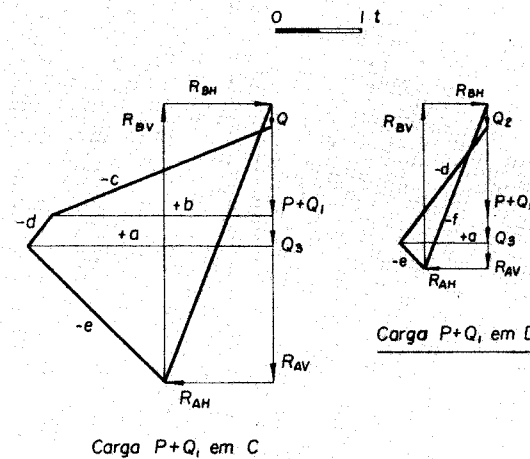
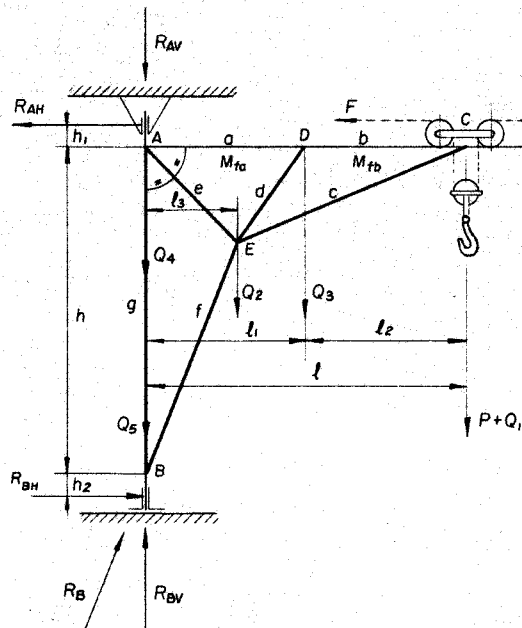
# GUINDASTE COM TROLE (II)

TRAÇO GROSSO ————— compressão

TRAÇO FINO ————— tração

Sinal - = esforço de compressão

Sinal + = esforço de tração



P = carga

Q = peso próprio do guindaste = 0,7 P

Q<sub>1</sub> = peso da roldana = 0,03 P

Q<sub>2</sub> = peso do guindaste em E = 0,4 Q

Q<sub>3</sub> = peso do guindaste em D = 0,4 Q

Q<sub>4</sub> = peso do guindaste em A = 0,1 Q

Q<sub>5</sub> = peso do guindaste em B = 0,1 Q

$l_3 = e \cdot \sin 45^\circ$   $h = l$   $h_1 = 0,04 l$   $h_2 = 0,04 l$

$l_1 = l_2 = l/2$

F é desprezado

$$R_{BH} = \frac{(P+Q_1)l + Q_2l_3 + Q_3l_1}{h + h_1 + h_2} = R_{AH}$$

## COMPRIMENTO DAS BARRAS

$$d = \sqrt{(l_1 - l_3)^2 + l_3^2} \quad a = b = l/2 \quad g = h = l \quad e = 0,4 l \quad f = c = \sqrt{(l - l_3)^2 + l_3^2}$$

## MOMENTO FLETOR (kgm)

$$M_{fa} = M_{fb} = \frac{(P+Q_1)l_1}{4}$$

$$M_{fg} = R_{AH}h_1 \quad \text{ou} \quad M_{fg} = R_{BH}h_2 \quad (\text{escolhe-se o maior})$$

barra	comprim. da barra	esforço com carga em C	esforço com carga em D		esforço com carga em C	esforço com carga em D
a	0,5	+2,32 + M <sub>fa</sub>	+1,0	R <sub>AH</sub>	-1,27	-0,73
b	0,5	+2,6 + M <sub>fb</sub>		R <sub>AV</sub>	+1,55	-0,28
c	0,7707	-2,8		R <sub>BH</sub>	-1,27	-0,73
d	0,3563	-0,7	-1,63	R <sub>BV</sub>	-3,13	-1,83
e	0,4	-2,2	-0,4			
f	0,7707	-3,37	-2,0	M <sub>fa</sub>	0,2575	0,1287
g	1	-1,58 + M <sub>fg</sub>	-1,55 + M <sub>fg</sub>	M <sub>fb</sub>	0,2575	0,1287
h	1			M <sub>fg</sub>	-0,0508	-0,0292
h <sub>1</sub> =h <sub>2</sub>	0,04					

# CARRINHO GUINDASTE

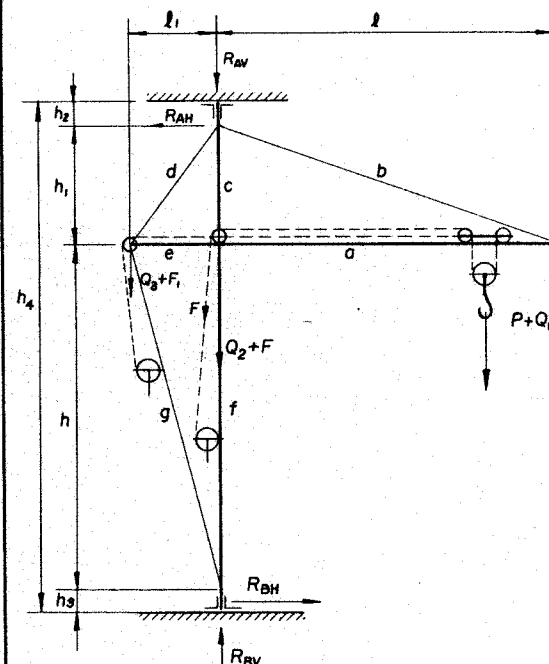
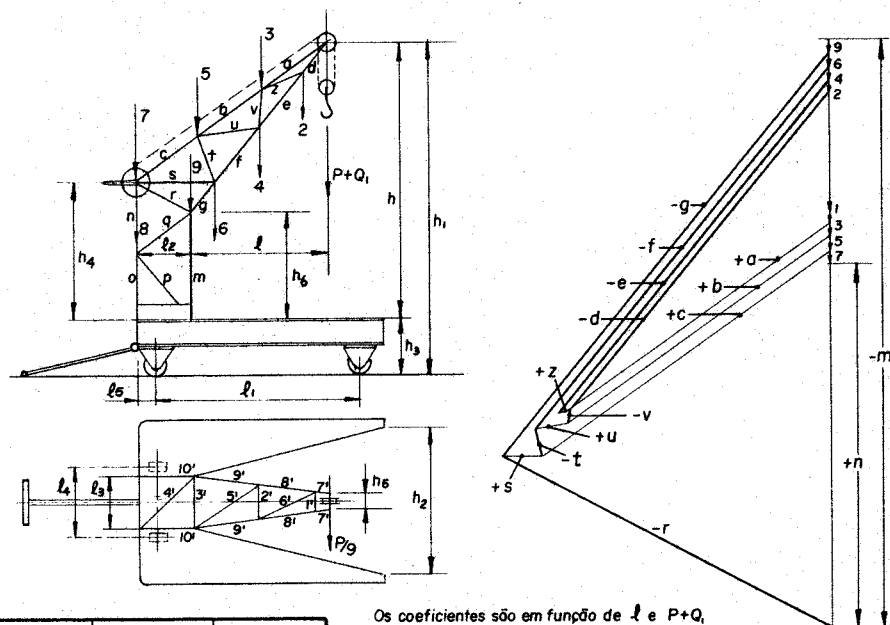
TRAÇO GROSSO — compressão

TRAÇO FINO — tração

# GUINDASTE COM TROLE (III)

Sinal - = esforço de compressão

Sinal + = esforço de tração



$$P = 500 \div 3000 \text{ kg}, \quad Q = 0,6 P$$

$$Q_1 = 0,6 P, \quad Q_2 = 0,25 P, \quad Q_3 = 0,25 P$$

$$l = 1, \quad l_1 = 0,25 l, \quad h = l$$

$$h_1 = 0,35 l, \quad h_2 = 0,12 l,$$

$$h_3 = 0,15 l, \quad h_4 = 1,62 l$$

$$F = 0,7 P, \quad F_1 = 0,3 P$$

COMPRIMENTO DA BARRA

$$a = l, \quad b = \sqrt{l^2 + h_1^2}$$

$$c = h_1, \quad d = \sqrt{e^2 + h_1^2}$$

$$f = h, \quad g = \sqrt{f^2 + e^2}$$

barra	comprimento da barra	coeficiente
a	0,5798	+2,9
b	0,5798	+2,9
c	0,5798	+3,2
d	0,2636	-3,75
e	0,5272	-3,95
f	0,5272	-4,25
g	0,2636	-4,70
m	0,8	-5,28
n = o	0,50	+3,28
p = z	—	-0,25
7-10	—	-0,25
R <sub>A</sub>	—	-0,833
R <sub>B</sub>	—	-0,167

Os coeficientes são em função de  $l$  e  $P+Q$ .

$$P = 500 + 3000 \text{ kg}, \quad Q = 0,9 P$$

$$l = 1 (\text{mín. } 700), \quad l_3 = 0,4 l, \quad h = 2 l, \quad h_3 = 0,25 l$$

$$l_1 = 1,5 l, \quad l_4 = 0,5 l, \quad h_1 = 2,25 l, \quad h_4 = l$$

$$l_2 = 0,4 l, \quad l_5 = 0,15 l, \quad h_2 = 0,6 l, \quad h_5 = 0,12 l$$

$$(\text{mín. } 600) \quad h_6 = 0,8 l$$

COMPRIMENTO DA BARRA

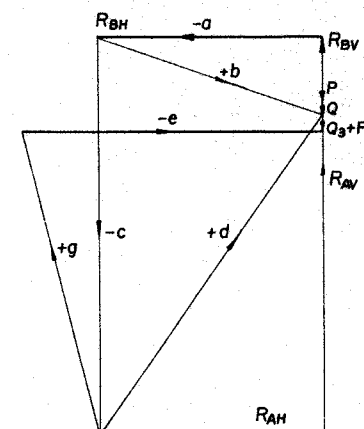
$$1,7395 a + b + c = \sqrt{(l + l_2)^2 + l^2 + \left(\frac{l_3}{2} - \frac{h_5}{2}\right)^2}$$

$$1,5817 d + e + f + g = \sqrt{(h - h_6)^2 + l^2 + \left(\frac{l_3}{2} - \frac{h_5}{2}\right)^2}$$

$$a = b = c = (a + b + c)/3, \quad e = f = (d + e + f + g)/3, \quad m = h_6$$

$$d = g = e/2, \quad n = o = h_4/2, \quad r = \sqrt{l_2^2 + (h_4 - h_6)^2}$$

barra	comprimento da barra	coeficiente
a	1	-3,3
b	1,059	+3,5
c	0,35	-6,2
d	0,43	+5,65
e	0,25	-4,4
f	1,15	-5,25
g	1,1768	+4,5
-R <sub>AH</sub>	—	-3,3
+R <sub>AV</sub>	—	+4,35
+R <sub>BH</sub>	—	+3,3
-R <sub>BV</sub>	—	-1,1



# GUINDASTE DE COLUNA SEM CONTRAPESO

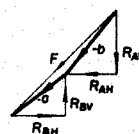
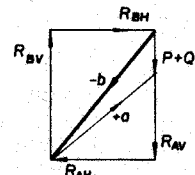
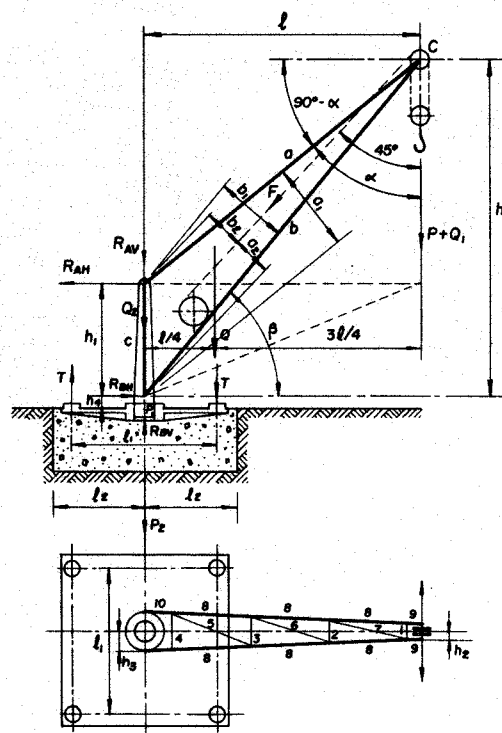
TRAÇO GROSSO ————— compressão

TRAÇO FINO ————— tração

LANCE MÁXIMO 3m CARGA MÁXIMA 3000 kg

Sinal - = esforço de compressão

Sinal + = esforço de tração



P = carga

P<sub>1</sub> = peso da coluna e base

P<sub>2</sub> = peso do bloco da fundação

Q = peso próprio do guindaste

0,8 P para talha fixa  
0,6 P para talha móvel

Q<sub>1</sub> = Q/4 Q<sub>2</sub> = 3Q/4

F = { P+5% para corrente  
P+3% para corda  
0,5P+5% para corrente  
0,5P+3% para corda } com roldana fixa  
com roldana móvel

h = 1,2 l h<sub>1</sub> = 0,5 l h<sub>2</sub> = 0,025 l  
h<sub>3</sub> = 0,075 l h<sub>4</sub> = 0,05 l l<sub>1</sub> = 0,5 l l<sub>2</sub> = 0,35 l

FÓRMULAS PARA O COMPRIMENTO DAS BARRAS

$$\bar{7} = \sqrt{(\bar{2} - x_3)^2 + \bar{8}^2}$$

$$a = \sqrt{(h-h_1)^2 + l^2 + (h_3-h_2)^2} \quad b = \sqrt{h^2 + l^2 + (h_3-h_2)^2} \quad c = h_1 \quad \bar{6} = \sqrt{(\bar{3} - x_2)^2 + \bar{8}^2}$$

$$\bar{8} = \frac{b - (\bar{9} + \bar{10})}{3}, \quad \bar{9} = 0,06 l, \quad \bar{10} = 0,09 l, \quad \tan \alpha_1 = \frac{h_3 - h_2}{\sqrt{l^2 + h^2}}, \quad x = \bar{10} \tan \alpha_1, \quad x_1 = \bar{8} + \bar{10} \tan \alpha_1$$

$$x_2 = \bar{8} + \bar{8} + \bar{10} \tan \alpha_1, \quad x_3 = \bar{8} + \bar{8} + \bar{8} + \bar{10} \tan \alpha_1, \quad \bar{1} = 2h_2 - 2x_3, \quad \bar{2} = 2h_3 - 2x_2, \quad \bar{3} = 2h_3 - 2x_1, \quad \bar{4} = 2h_3 - 2x, \quad \bar{5} = \sqrt{(\bar{4} - x_1)^2 + \bar{8}^2}$$

EQUAÇÕES

$$\left\{ \begin{array}{l} +a = \frac{(P+Q_1)l}{a_1} \\ -b = \frac{(P+Q_1)l}{b_1} \\ \tan \alpha = \frac{h-h_1}{l} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} -R_{AH} = R_{BH} = a \sin \alpha \\ R_{AV} = R_{BH} \tan \alpha \\ -R_{BV} = R_{AH} \tan \beta \\ +c = (R_{AV} - R_{BV}) + Q_2 \\ \tan \beta = h/l \end{array} \right. \quad \text{Carga } P+Q_1$$

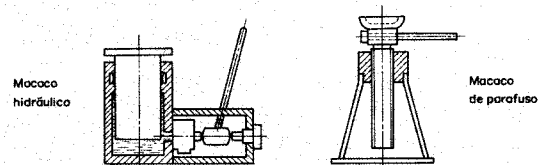
$$\left\{ \begin{array}{l} -a = \frac{F a_2}{a_1} \\ -b = \frac{F b_2}{b_1} \\ +c = R_{AV} + R_{BV} \end{array} \right. \quad \text{Carga } F \quad \left\{ \begin{array}{l} M_f = R_{BH}(h_1+h_4) + Q l/4 \quad p/P+Q_1 \\ M_f = R_{BH}(h_1+h_4) \quad p/F \\ \text{compressão} = P+Q \end{array} \right. \quad \text{Coluna}$$

$$\text{Parafusos } T = \frac{P(l-l_1/2) + Q(l_1/2-l/4) - P_1}{l_1}$$

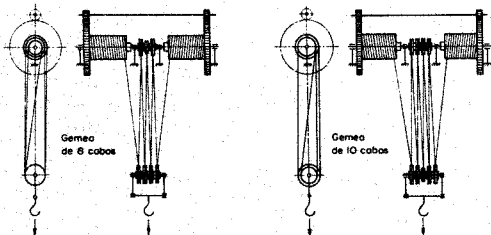
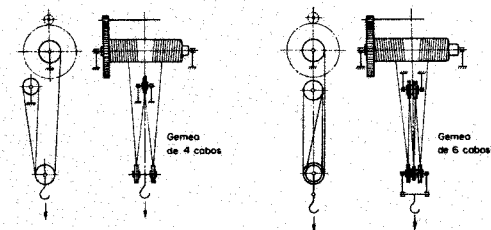
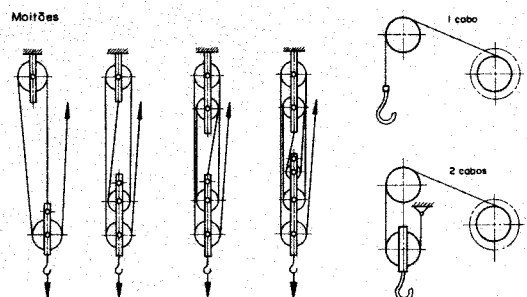
barra	l comprim. da barra	roldana móvel (corda)		roldana fixa (corda)		roldana móvel (corrente)		roldana fixa (corrente)		barra	l comprim. da barra	roldana móvel (corda)		roldana fixa (corda)		roldana móvel (corrente)		roldana fixa (corrente)	
		P+Q <sub>1</sub>	F	P+Q <sub>1</sub>	F	P+Q <sub>1</sub>	F	P+Q <sub>1</sub>	F			P+Q <sub>1</sub>	F	P+Q <sub>1</sub>	F	P+Q <sub>1</sub>	F	P+Q <sub>1</sub>	F
a	1,2216	+3,68	-0,22	+3,827	-0,44	+3,68	-0,224	-3,827	-0,448	b	1,5628	-4,45	-0,30	-4,628	-0,60	-4,45	-0,306	-4,628	-0,612
c	0,5	-1,75	-0,37	-1,796	-0,74	-1,75	-0,3774	-1,796	-0,754	1	0,05388	+0,08	—	+0,09	—	+0,08	—	+0,09	—
2	0,084	-0,113	—	+0,126	—	+0,113	—	+0,126	—	3	0,11412	-0,153	—	+0,171	—	+0,153	—	+0,171	—
4	0,14424	+0,198	—	+0,225	—	+0,198	—	+0,225	—	5	0,4815	-0,513	—	-0,585	—	-0,513	—	-0,585	—
6	0,4778	-0,468	—	-0,513	—	-0,468	—	-0,513	—	7	0,4694	-0,414	—	-0,459	—	-0,414	—	-0,459	—
8	0,4709	—	—	—	—	—	—	—	—	9	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0,09	—	—	—	—	—	—	—	—	R <sub>AH</sub>	—	-2,85	-0,19	-2,964	-0,388	-2,85	-0,1938	-2,964	-0,3876
R <sub>AH</sub>	—	-2,85	-0,175	-2,964	-0,357	-2,85	-0,1785	-2,964	-0,388	R <sub>AV</sub>	—	-3,43	-0,43	-3,567	-0,469	-3,43	-0,2346	-3,567	-0,4692
R <sub>BV</sub>	—	+2,28	-0,14	-2,371	-0,286	+2,28	-0,1428	+2,371	-0,286	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

# PRINCIPAIS APARELHOS DE ELEVAÇÃO

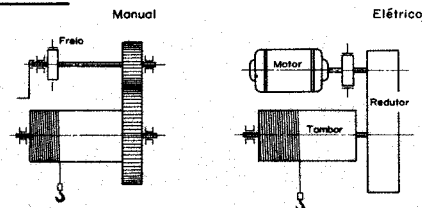
## MACACOS



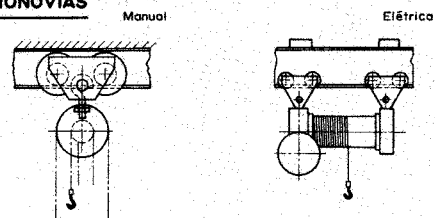
## TALHAS



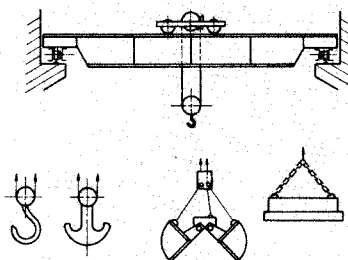
## SARILHOS



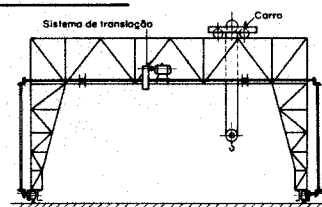
## MONOVIAS



## PONTE ROLANTE

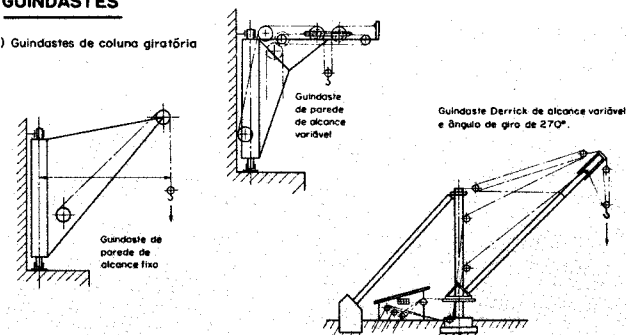


## PÔRTICO ROLANTE

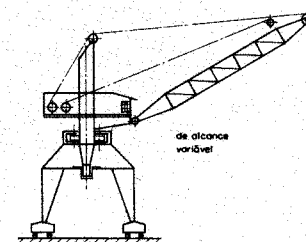


## GUINDASTES

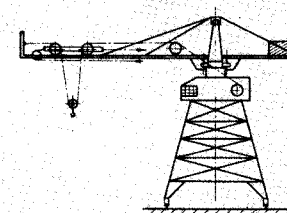
### a) Guindastes de coluna giratória



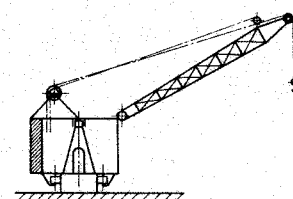
### b) Guindaste de coluna e cabine giratória



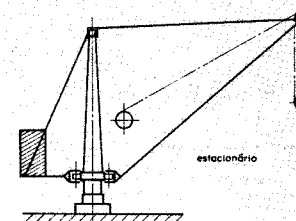
### c) Guindaste de torre móvel de alcance variável através de carro auxiliar



### d) Guindaste de coluna fixa e cabine giratória

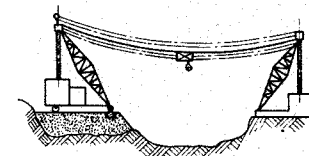


### e) Guindaste de coluna fixa



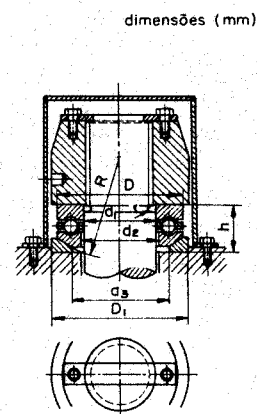
## APARELHOS DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS

### Ponte de cabos



# GANCHOS

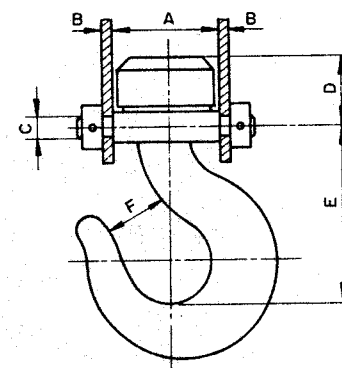
## MANCAL DO GANCHO



Carga	t	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	D	D <sub>1</sub>	h	R	r	Capacidade limite
5	50	52	75	82	100	36	75	1,5	7,5	
7,5	60	62	85	106	115	41	85	2	9,0	
10	70	72	95	120	130	44	95	2	11,6	
15	80	82	110	136	145	50	110	2	15,8	
20	90	93	125	155	165	57	125	2	20,6	
25	100	103	140	172	185	64	140	2	26,0	
30	115	120	160	200	215	74	160	3	35,5	
40	125	130	175	220	220	79	175	3	41,5	
50	130	135	185	240	250	101	185	3,5	58,0	
60	150	155	205	260	270	106	205	4	67,4	
75	170	175	230	285	300	111	230	4	77,5	

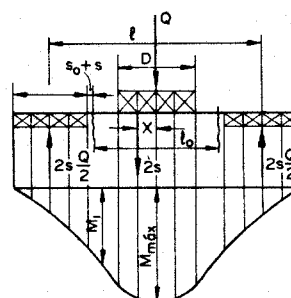
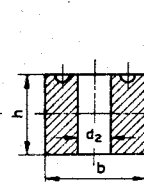
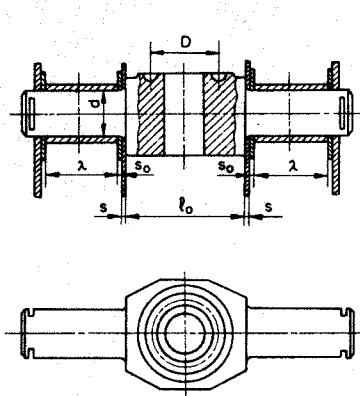
## DIMENSÕES PRINCIPAIS

dimensões (mm)



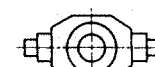
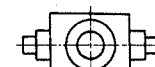
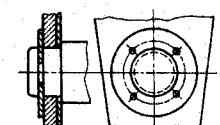
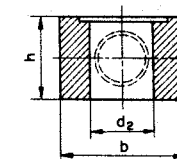
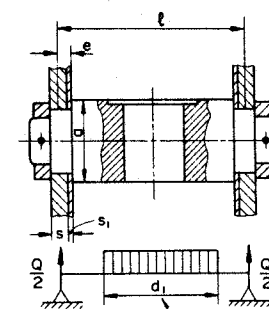
Carga	kg	A	B	C	D	E	F
500	56	4	16	32	91	30	
1000	60	4	14	37	100	35	
1500	68	5	17	43	112	38	
2000	80	5	18	48	117	43	
3000	87	11	21	52	123	50	
4000	96	13	24	58	138	52	
5000	104	15	26	63	150	53	
7500	124	17	33	76	196	65	
10000	134	17	38	83	200	70	
12000	158	21	42	102	255	83	
15000	170	23	48	113	285	90	
20000	200	25	54	125	320	120	
30000	242	30	60	175	335	120	

## TRAVESSA DO GANCHO



$$W \approx \frac{1}{6} (b - D) h^2$$

$$M_{\max} = \frac{Q}{2} \left( \frac{\lambda}{2} + s_0 + s - \frac{l_0}{2} + \frac{D}{2} \right)$$

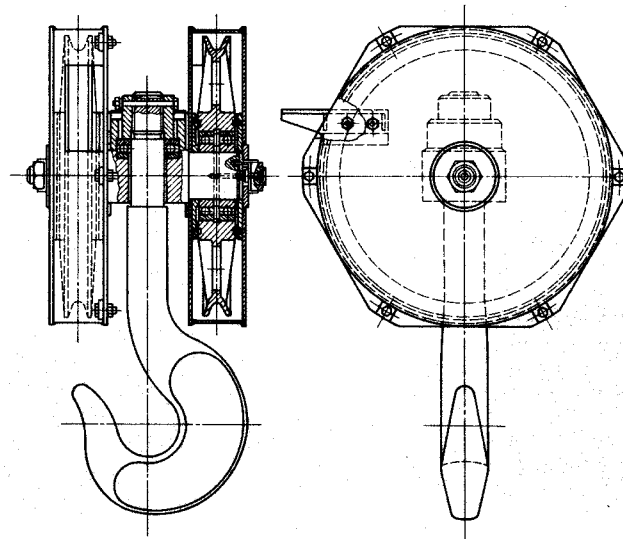
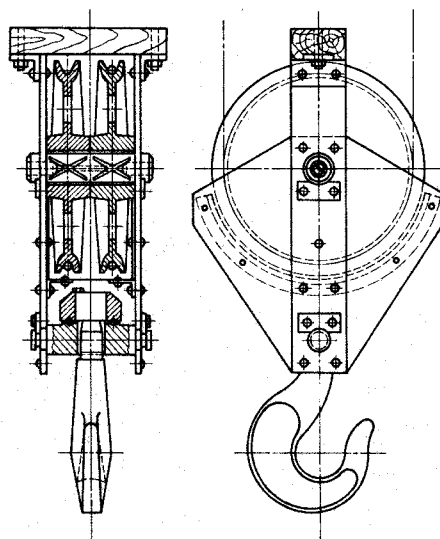
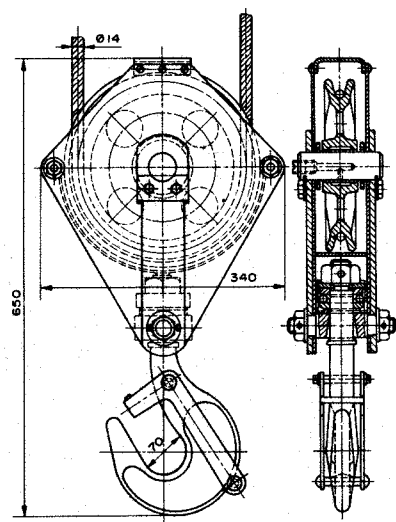


$$W \approx \frac{1}{6} (b - d_1) h^2$$

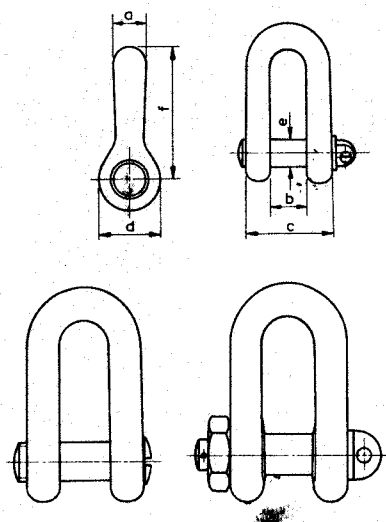
$$G_f = 600 \text{ a } 1000 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_{\max} = \frac{Q}{4} (l - 0,5 d_1)$$

$$e = \frac{s + s_1}{2}$$

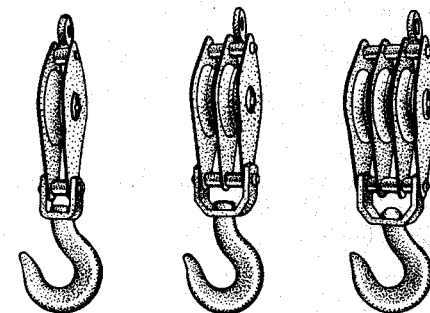


## MANILHAS FORJADAS



	a	b	c	d	e	f	Carga de trabalho
pol.	mm	mm	mm	mm	mm	mm	t
5/16	8	11	25	16	8	36	0,25
3/8	9,5	14	30	20	10	45	0,40
1/2	13	17	37	24	12	54	0,63
5/8	16	21	47	32	16	72	1
3/4	19	27	61	40	20	90	1,6
7/8	22	30	68	44	22	99	2
1	25	38	86	54	27	123	3
1 1/8	28,5	42	96	60	30	135	4
1 1/4	32	47	107	72	36	162	5
1 1/2	38	53	121	78	39	176	6
1 5/8	41	60	136	90	45	203	8
1 3/4	44	66	150	96	48	216	10
2	50	73	167	104	52	234	12
2 1/4	57	81	185	120	60	270	16
2 1/2	64	90	206	136	68	306	20
2 3/4	70	100	226	144	72	324	25
3	76	110	250	160	80	360	32

## MOITÕES

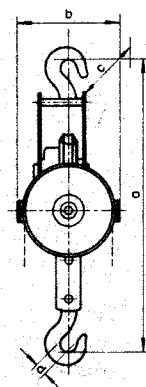


Diâmetro da roldana		Corda de manilha	Capacidade de trabalho (kg)			Peso (kg por par)		
mm	pol.	pol.	1 gorne	2 gornes	3 gornes	1 gorne	2 gornes	3 gornes
45	1 3/4	3/8	250	520	650	0,750	1,150	1,600
60	2 3/8	1/2	520	700	970	1,400	2,100	3,250
80	3 1/4	5/8	650	800	1200	3,000	4,350	5,400
100	4	3/4	900	1300	1800	3,950	6,200	9,400
120	4 3/4	1	1300	2300	2800	6,150	10,950	16,150
150	6	1 1/8	1900	3800	5000	11,400	20,000	25,300
180	7	1 1/8	2500	4500	5500	15,200	21,550	30,900
200	8	1 1/4	3000	5000	6000	23,500	36,200	47,400

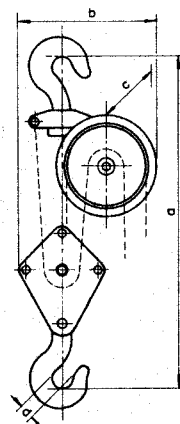


Fabricação BERG-STEEL

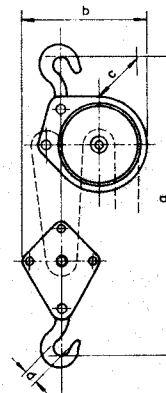
## TALHA SEM-FIM ABERTA



## TALHA PLANETÁRIA FECHADA



## TALHA COMPACTA FECHADA

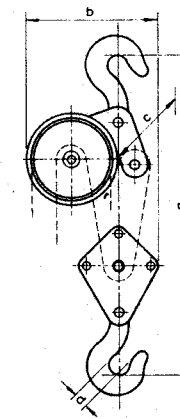


## TALHA OSIS

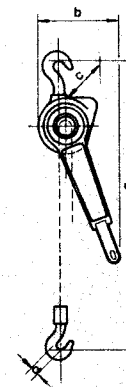
### LEVE REFORÇADA FECHADA (1)

### PESADA FECHADA (2) (3) (4) (5)

### SUPER PESADA FECHADA (6) (7) (8) (9)



## TALHA DE ALAVANCA



Capacidade	ton	0,5	1	1	2	3	4	1/4	1/2	1	2	3	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	3/4	1 1/2	2	3	6	9
a	mm	460	580	420	565	600	735	370	370	432	520	610	400	440	950	900	1060	960	1060	1520	1460	310	420	450	510	620	770
b	mm	240	240	280	380	400	420	180	180	220	260	240	240	340	420	520	580	460	520	560	700	140	160	170	190	250	260
c	mm	270	270	300	300	300	300	190	190	190	180	190	170	240	240	240	240	270	330	400	400	130	130	140	185	195	195
d	mm	25	25	25	30	35	50	25	25	25	30	35	25	35	50	60	80	95	110	130	130	25	30	30	40	43	50
Tipo	Elos																										
Corrente	mm	8	8	11	11	11	11	8	8	8	9,5	9,5	9,5	—	16	16	16	38,1	50,8	50,8	50,8	16	16	16	32	32	32
Bitola	pol.	5/16	5/16	7/16	7/16	7/16	7/16	5/16	5/16	5/16	3/8	3/8	3/8	—	5/8	5/8	5/8	1 1/2	2"	2"	2"	5/8	5/8	5/8	1 1/4	1 1/4	1 1/4
Número		1	2	1	2	3	4	1	1	2	2	3	1	—	2	3	4	3	3	4	4	1	2	3	1	2	3
Peso/m de elevação		2,3	3,6	4,2	6,8	9,4	12	2,3	2,3	3,6	4,6	6,4	2,8	—	12	17	22	22	29,6	38,8	38,8	1	2	3	3,9	7,8	11,7
Peso (talha s/ corrente) kg		17	18,5	35	44	54	65	12	12	13,5	20	24,5	15	—	67	90	112	123	360	460	479	6,5	7,2	8,4	17,5	26,5	36
Redução		26:1	52:1	23:1	46:1	69:1	92:1	14:1	28:1	56:1	92:1	138:1	46:1	—	136:1	204:1	272:1	320:1	400:1	500:1	600:1	20:1	40:1	60:1	38,5:1	177:1	265,5:1

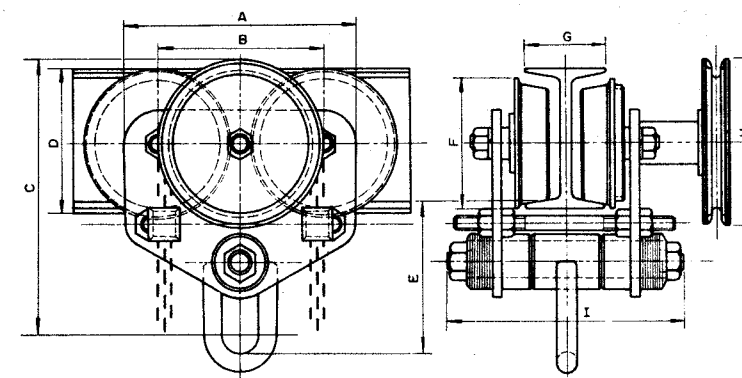
## CARRINHOS OU TROLES

Acionamento manual ou mecânico

Dimensões em mm

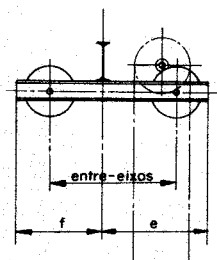
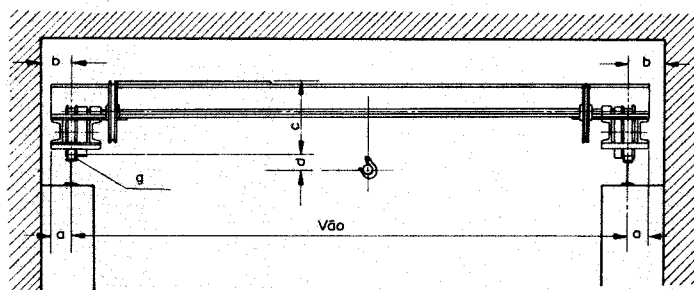
Fabricação BERG-STEEL

Cap.	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Mecânico	Manual
ton											
1	160	120	201	4" - 10"	116	98	2 5/8" - 4 5/8"	125	230	11,5	9
2	202	142	236	5" - 10"	137	128	3" - 4 5/8"	125	230	23	18
3	260	184	310	6" - 12"	175	162	3 5/8" - 5 3/4"	180	268	40	35
5	310	219	376	8" - 18"	234	196	4" - 6"	180	305	65	55
7,5	364	250	462	10" - 20"	261	228	4 5/8" - 7"	280	346	110	—
10	364	250	477	10" - 20"	273	248	4 5/8" - 7"	280	346	122	—



# PONTE ROLANTE E CARROS TROLE

## PONTE ROLANTE

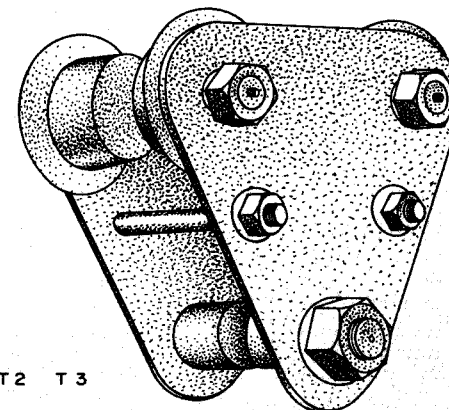


Carga kg	Vão m	h mm	a mm	b mm	c mm	d mm	e mm	f mm	g mm	Peso kg
250 500	3				390					280
	4				390					305
	5	900	100	150	390	290	675	625	50/25	325
	6				390					350
	7				410					410
1000	8				430					475
	3				390					280
	4				390					305
	5	900	100	150	390	325	675	625	50/25	325
	6				410					375
1500	7				430					440
	8				450					515
	3				415					350
	4				435					390
	5	1000	115	170	455	325	740	700	50/25	435
2000	6				475					500
	7				495					580
	8				515					670
	3				435					365
	4				455					410
3000	5	1100	115	170	475	410	740	700	50/25	465
	6				495					530
	7				515					630
	8				535					725
	3				485					430
4000	4				505					490
	5	1100	120	170	525	460	790	750	50/25	570
	6				545					660
	7				565					720
	8				585					880
5000	3				565					560
	4				585					625
	5	1200	130	180	605	460	900	850	50/25	700
	6				625					800
	7				645					915
	8				665					1040
	3				595					630
	4				615					700
	5	1300	135	185	635	700	950	900	50/25	800
	6				655					910
	7				675					1030
	8				695					1170

## CARRO

## TROLE

### MODELO T



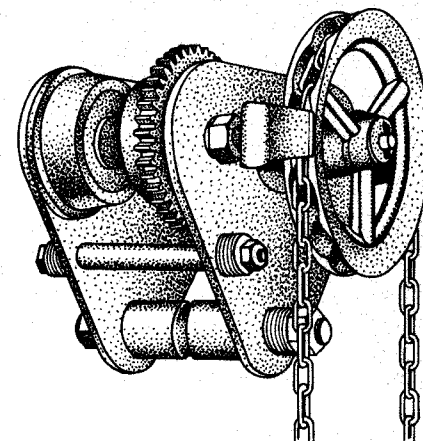
Fabricação: KOCH.

Modelo	T 0,5	T 1	T 2	T 3
Capacidade..... kg	500	1000	2000	3000
P/vigas I..... pol.	5-8	5-8	8-12	8-12
Dist.viga-gancho . mm	50	50	65	85
Peso..... kg	9	9	12	14

## CARRO

## TROLE

### MODELO TM



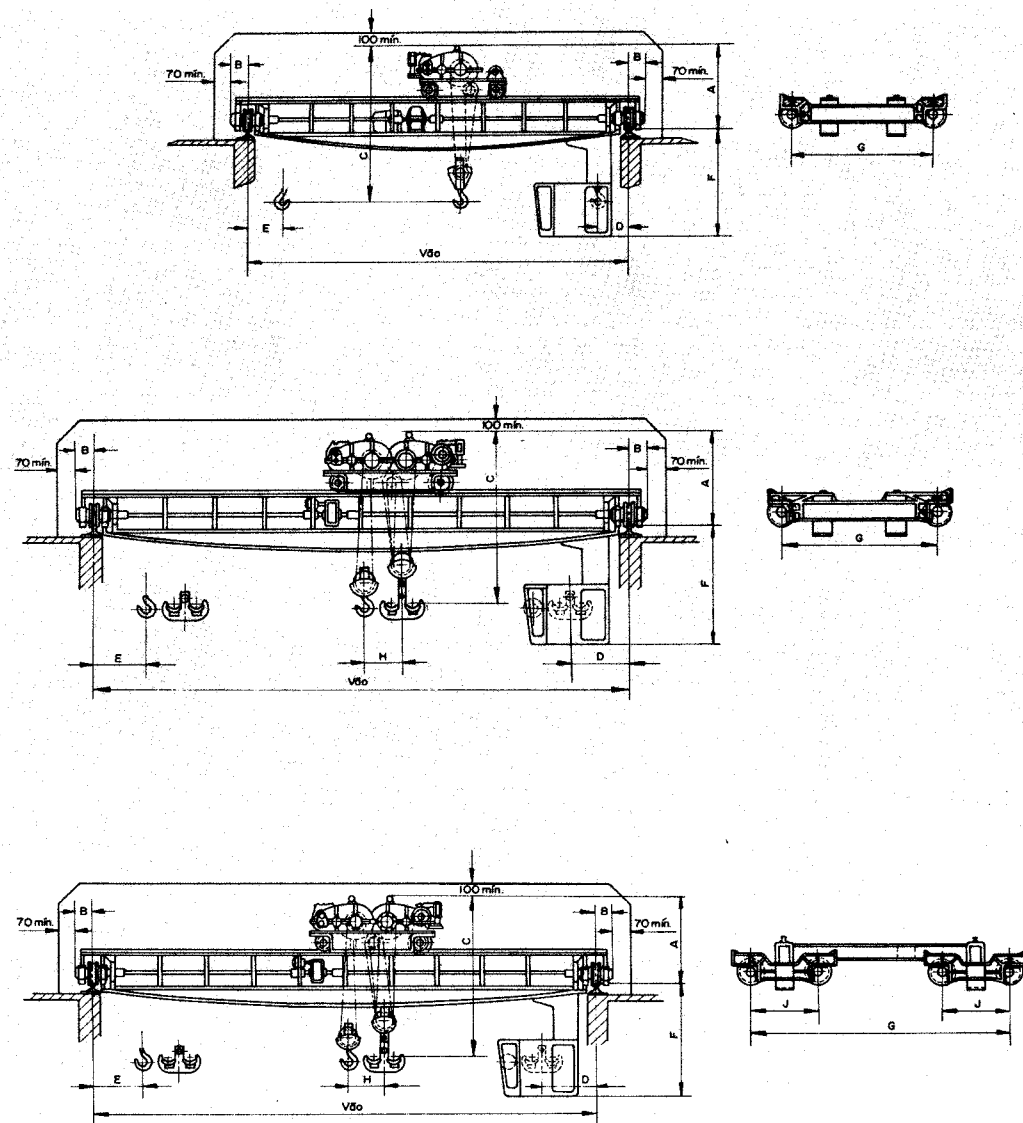
Fabricação: KOCH

Modelo	TM 0,5	TM 1	TM 2	TM 3	TM 5	TM 10	TM 15
Capacidade..... kg	500	1000	2000	3000	5000	10.000	15.000
Elevação..... m	5	5	5	5	5	5	5
P/vigas I..... pol.	5-8	5-8	8-12	8-12	12-18	12-20	12-20
Dist.viga-gancho..... mm	80	80	90	100	130	160	200
Peso..... kg	18	18	25	30	52	98	160

# PONTES ROLANTES

As medidas e carga das rodas se referem às pontes do grupo II (DIN 120) com a altura de levantamento até 8 metros.

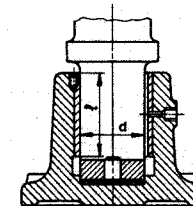
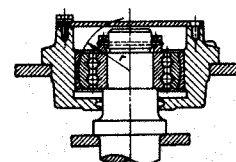
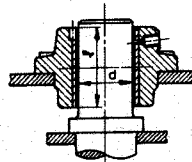
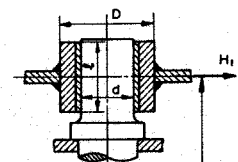
Fabricação da Bordella



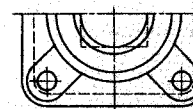
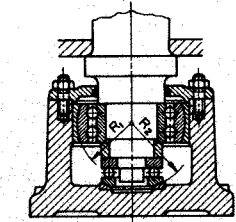
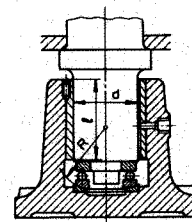
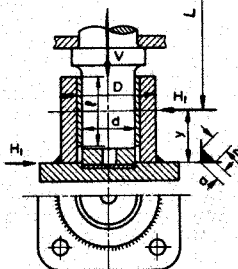
Carga	V80	A	B	C	D	E	F	G	H	J	Carga máx. por roda kg
1	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg
3	8	1360	195	1400	800	700	2100	2300			3200
	10	1380	195	1460	800	700	2100	2300			3400
	12	1380	195	1460	800	700	2100	2400			3700
	15	1380	195	1460	800	700	2100	2500			4000
5	8	1360	195	1540	800	700	2100	2300			5200
	10	1380	195	1540	800	700	2100	2300			5400
	12	1380	195	1540	800	700	2100	2400			5800
	15	1380	195	1540	800	700	2100	2500			6100
7,5	8	1360	195	1540	800	700	2100	2300			6800
	10	1380	195	1540	800	700	2100	2300			7000
	12	1400	195	1540	800	700	2100	2400			7250
	15	1430	220	1540	800	700	2100	2500			7700
10	8	1500	220	2180	980	910	2100	2500			8900
	10	1500	220	2180	980	910	2100	2500			8550
	12	1580	220	2180	980	910	2100	2500			8900
	15	1580	220	2180	980	910	2100	2600			9500
15	8	1700	220	2230	980	910	2100	2600			11000
	10	1700	220	2230	980	910	2100	2600			11400
	12	1800	220	2230	980	910	2100	2600			11700
	15	1800	220	2230	980	910	2100	2700			12500
20	8	1800	240	2350	1000	600	2100	3400	650		14800
	10	1800	240	2350	1000	600	2100	3400	650		15200
	12	1950	240	2350	1000	600	2100	3600	650		15700
	15	1950	240	2350	1000	600	2100	3600	650		16500
3t auxiliar	18	1950	240	2350	1000	600	2100	3600	650		17300
	21	2050	275	2350	1000	600	2100	3800	650		18000
	25	2100	275	2350	1000	600	2100	3800	650		19500
	30	2100	275	2350	1000	600	2100	4000	650		21000
25	8	1800	240	2450	1000	600	2100	3400	650		17600
	10	1950	240	2450	1000	600	2100	3400	650		18200
	12	1950	275	2450	1000	600	2100	3600	650		18800
	15	2000	275	2450	1000	600	2100	3600	650		19700
5t auxiliar	18	2000	275	2450	1000	600	2100	3800	650		20500
	21	2100	275	2450	1000	600	2100	3800	650		21700
	25	2100	275	2450	1000	600	2100	4000	650		22500
	30	2200	350	2450	1000	600	2100	4200	650		24500
30	8	2200	275	2600	1070	600	2100	3600	650		21000
	10	2200	275	2600	1070	600	2100	3600	650		21700
	12	2200	275	2600	1070	600	2100	3800	650		22300
	15	2300	275	2600	1070	600	2100	4000	650		23400
7,5t auxiliar	18	2300	275	2600	1070	600	2100	4000	650		24500
	21	2400	350	2600	1070	600	2100	4200	650		25500
	25	2400	350	2600	1070	600	2100	4200	650		27000
	30	2480	350	2600	1070	600	2100	4400	650		28500
40	8	2300	350	2700	1300	740	2100	4400	780		26500
	10	2300	350	2700	1300	740	2100	4400	780		27000
	12	2400	350	2700	1300	740	2100	4400	780		28000
	15	2400	350	2700	1300	740	2100	4600	780		29000
10t auxiliar	18	2480	350	2800	1300	740	2100	4800	780		32000
	21	2480	350	2800	1300	740	2100	4800	780		33000
50	8	2600	275	2700	1300	740	2100	4600	780	1600	15800
	10	2600	275	2700	1300	740	2100	4600	780	1600	16200
	12	2650	275	2700	1300	740	2100	4600	780	1600	17000
	15	2650	275	2700	1300	740	2100	4700	780	1700	18000
10t auxiliar	18	2600	275	2900	1300	740	2100	4500	780	1500	16400
	21	2600	275	2900	1300	740	2100	4500	780	1500	16800
	25	2650	275	2900	1300	740	2100	4600	780	1600	18800
	30	2650	275	2900	1300	740	2100	4600	780	1600	19600
5t auxiliar	18	2650	275	2900	1300	740	2100	4600	780	1600	20500
	21	2700	350	2900	1300	740	2100	4600	780	1700	21800
	25	2800	350	2900	1300	740	2100	4700	780	1700	21800
	30	2800	350	2900	1300	740	2100	4700	780	1700	21800
60	8	2650	275	3000	1350	750	2100	4600	780	1500	18000
	10	2650	275	3000	1350	750	2100	4600	780	1500	18600
	12	2650	275	3000	1350	750	2100	4600	780	1500	19200
	15	2650	275	3000	1350	750	2100	4600	780	1500	20200
15t auxiliar	18	2700	275	3000	1350	750	2100	4700	780	1600	21400
	21	2800	350	3000	1350	750	2100	4900	780	1800	22000
	25	2800	350	3000	1350	750	2100	4900	780	1800	23500
	30	2800	350	3000	1350	750	2100	4900	780	1800	24400
75	8	2770	275	3100	1500	750	2200	4500	880	1500	22000
	10	2870	350	3100	1500	750	2200	4700	880	1700	22500
	12	2870	350	3100	1500	750	2200	4700	880	1700	23400
	15	2870	350	3100	1500	750	2200	4700	880	1700	24500
15t auxiliar	18	2900	350	3100	1500	750	2200	4800	880	1800	25700
	21	2900	350	3100	1500	750	2200	4800	880	1800	26800
	25	3100	400	3100	1500	750	2200	5000	880	2000	28800
	30	3100	400	3100	1500	750	2200	5000	880	2000	30000
100	8	2800	350	3300	1600	800	2200	4800	1600	1600	27500
	10	3100	400	3300	1600	800	2200	5000	1600	2000	28600
	12	3100	400	3300	1600	800	2200	5000	1600	2000	30000
	15	3200	400	3300	1600	800	2200	5000	1600	2000	31500
20t auxiliar	18	3200	400	3300	1600	800	2200	5200	1600	2200	33200
	21	3200	400	3300	1600	800	2200	5200	1600	2200	34500

# GUINDASTE DE PAREDE

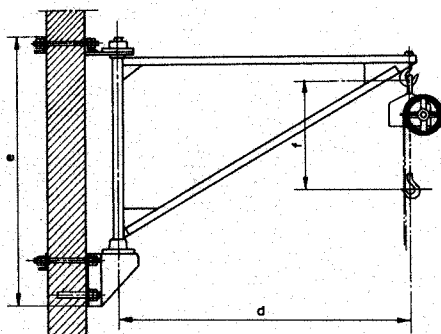
MANCAIS SUPERIORES



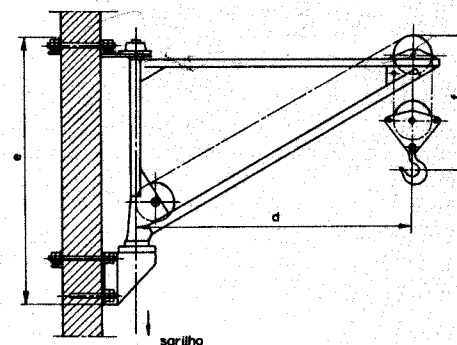
MANCAIS INFERIORES



GUINDASTE DE PAREDE ACIONADO POR TALHA



GUINDASTE DE PAREDE ACIONADO POR SARILHO



Capac. .... kg	250				500				750			
d ..... mm	1500	1750	2000	2500	1500	1750	2000	2500	1500	1750	2000	2500
e ..... mm	1340	1485	1625	1915	1340	1485	1625	1915	1340	1485	1625	1915
f (mín.) .... mm	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210
Peso (mín.) kg	95	100	110	125	95	100	110	125	100	105	115	130

Capac. .... kg	1000				1500				2000			
d ..... mm	1500	1750	2000	2500	1500	1750	2000	2500	1500	1750	2000	2500
e ..... mm	1340	1485	1625	1915	1390	1535	1680	1970	1390	1535	1680	1970
f (mín.) .... mm	210	210	210	210	260	260	260	260	260	260	260	260
Peso (mín.) kg	105	110	120	135	155	165	170	195	160	170	185	200

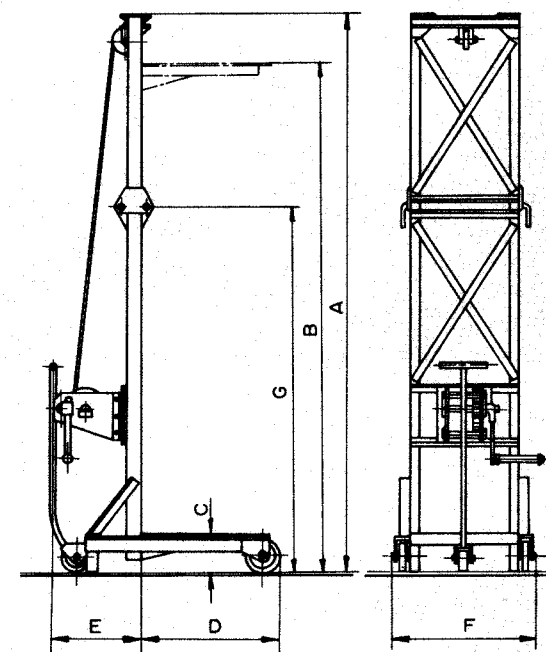
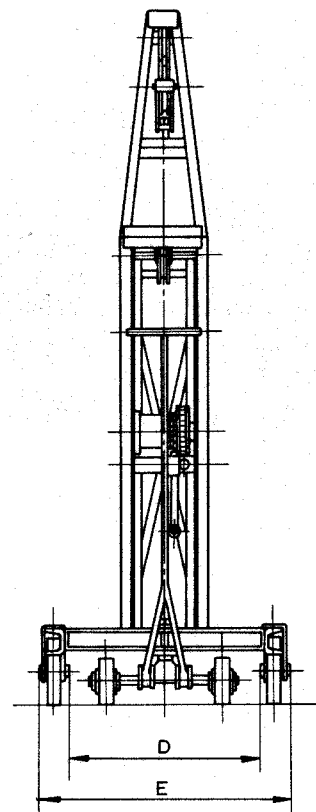
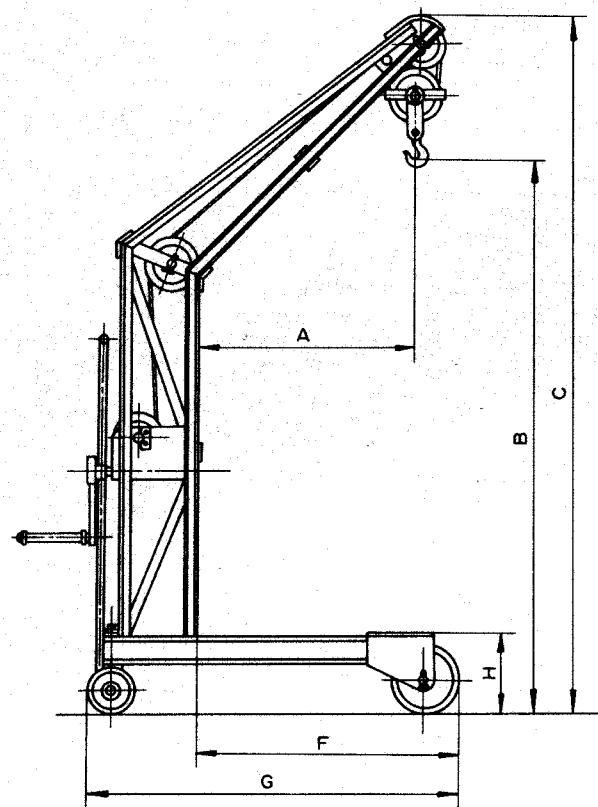
Capac. .... kg	250				500				750			
d ..... mm	1500	1750	2000	2500	1500	1750	2000	2500	1500	1750	2000	2500
e ..... mm	1315	1460	1600	1890	1315	1460	1600	1890	1315	1460	1600	1890
f (mín.) .... mm	360	360	360	360	420	420	420	420	440	440	440	440
Peso (mín.) kg	110	115	125	140	110	115	125	140	115	120	130	145

Capac. .... kg	1000				1500				2000			
d ..... mm	1500	1750	2000	2500	1500	1750	2000	2500	1500	1750	2000	2500
e ..... mm	1315	1460	1600	1890	1430	1570	1715	2005	1430	1570	1715	2005
f (mín.) .... mm	480	480	480	480	640	640	640	640	700	700	700	700
Peso (mín.) kg	120	125	135	150	175	185	190	215	180	190	205	220

# GUINDASTE

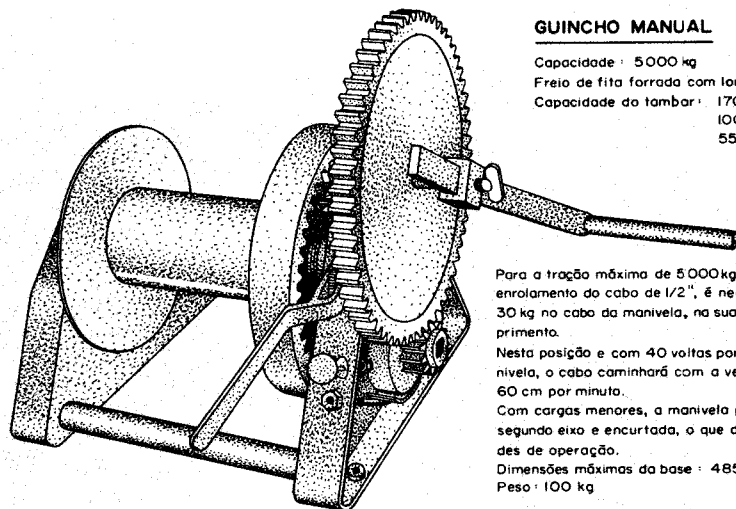
# EMPILHADEIRA



Capacidade kg	Dimensões (mm)								Relações		Peso kg
	A	B	C	D	E	F	G	H	Subida da carga para cada giro da manivela mm	Esforço na manivela (rend. 70%) kg	
500	700	1850	2325	671	847	867,5	1234	250	18	8	162
1000	800	2000	2550	745	925	990	1390	290	17,5	12	210
2000	900	2150	2795	818	1024	1125	1570	357	16,5	21	325
3000	1000	2300	3015	890	1140	1260	1769	423	16	28	475

Capacidade 150 kg	Dimensões (mm)						
	A	B	C	D	E	F	G
Plataforma 700 x 700 mm	2000	1720	192	770	465	737	1975
	3000	2720					

# GUINCHOS



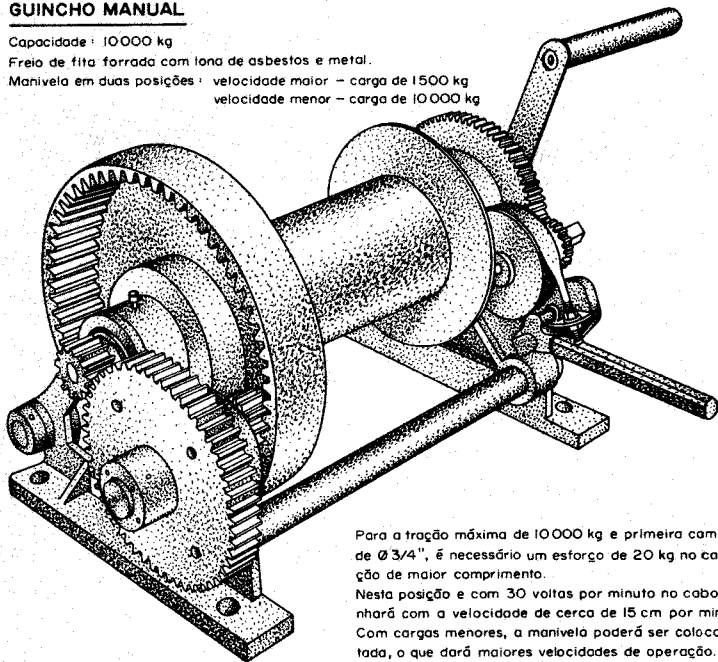
## GUINCHO MANUAL

Capacidade: 5000 kg  
Freio de fita forrada com lona de asbestos e metal.  
Capacidade do tambor: 170 m de cabo de 3/8"  
100 m de cabo de 1/2"  
55 m de cabo de 5/8"

Para a tração máxima de 5000 kg e primeira camada de enrolamento do cabo de 1/2", é necessário um esforço de 30 kg no cabo da manivela, na sua posição de maior comprimento.  
Nesta posição e com 40 voltas por minuto no cabo da manivela, o cabo caminhará com a velocidade de cerca de 60 cm por minuto.  
Com cargas menores, a manivela poderá ser colocada no segundo eixo e encurtada, o que dará maiores velocidades de operação.  
Dimensões máximas da base: 485 x 440 mm.  
Peso: 100 kg

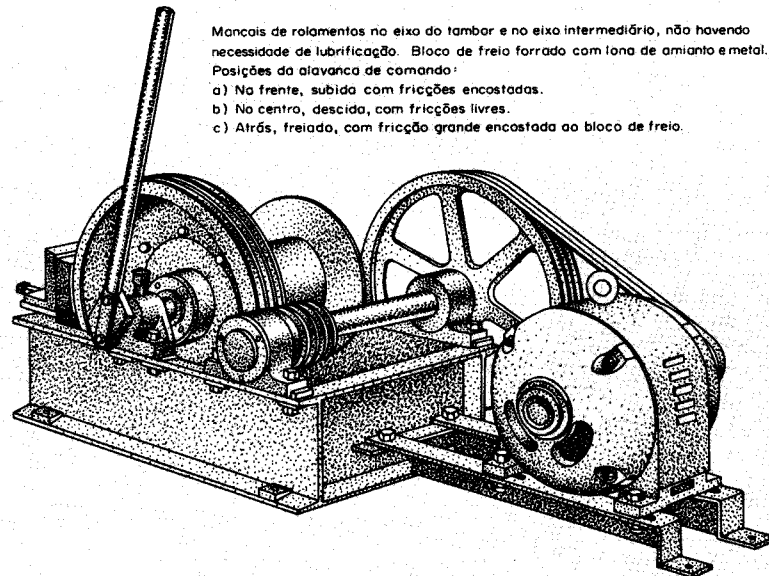
## GUINCHO MANUAL

Capacidade: 10000 kg  
Freio de fita forrada com lona de asbestos e metal.  
Manivela em duas posições: velocidade maior - carga de 1500 kg  
velocidade menor - carga de 10000 kg



Para a tração máxima de 10000 kg e primeira camada de enrolamento do cabo de 3/4", é necessário um esforço de 20 kg no cabo da manivela, na sua posição de maior comprimento.  
Nesta posição e com 30 voltas por minuto no cabo da manivela, o cabo caminhará com a velocidade de cerca de 15 cm por minuto.  
Com cargas menores, a manivela poderá ser colocada no segundo eixo e encurtada, o que dará maiores velocidades de operação.

## GUINCHOS DE FRICÇÃO PARA MATERIAL DE CONSTRUÇÃO



Mancais de rolamentos no eixo do tambor e no eixo intermediário, não havendo necessidade de lubrificação. Bloco de freio forrado com lona de amianto e metal.  
Posições da alavanca de comando:

- Na frente, subida com fricções encostadas.
- No centro, descida, com fricções livres.
- Atrás, freiado, com fricção grande encostada ao bloco de freio.

## MODELO

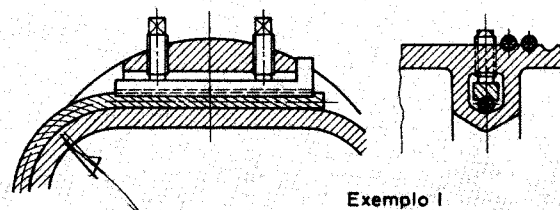
## A-500

## A-750

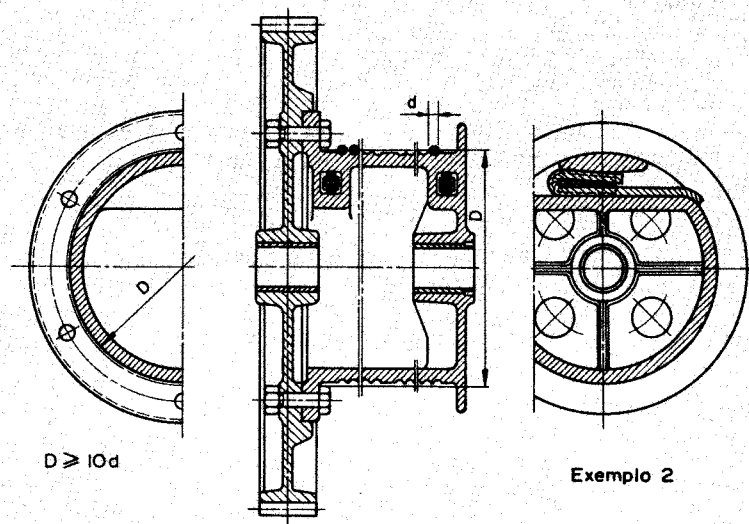
Capacidade de suspensão na torre e/cabo dobrado	1000 kg	1500 kg		
Capacidade com cabo simples	500 kg	750 kg		
Dimensões do tambor	170 mm Ø x 280 mm compr.	225 mm Ø x 365 mm compr.		
Capacidade do tambor-cabo 3/8" Ø	130 m	450 m		
" " " 1/2" Ø	—	250 m		
" " " 5/8" Ø	—	160 m		
Dimensões incluindo trilho	1500 mm x 740 mm	1600 mm x 850 mm		
Diâmetro da fricção maior	500 mm	710 mm		
Diâmetro da fricção menor	120 mm	180 mm		
Dimensões da lona de freio	115 mm x 4" x 5/16"	200 mm x 4" x 5/16"		
Peso do guincho sem motor	210 kg	350 kg		
	<b>Motor 5 HP</b>	<b>Motor 7,5 HP</b>	<b>Motor 7,5 HP</b>	<b>Motor 10 HP</b>
Carga máxima total	860 kg	1000 kg	1000 kg	1500 kg
Velocidade média na torre (subida da carga)	23 m/min	30 m/min	30 m/min	30 m/min
Diâmetro da polia V do motor	109 Ø - B-3	109 Ø - B-3	144 Ø - B-4	144 Ø - B-4
Diâmetro da polia do guincho	485 Ø - B-3	485 Ø - B-3	644 Ø - B-4	644 Ø - B-4
Correias	3 - B75	3 - B75	4 - B93	4 - B93
Peso com motor	258 kg	283 kg	423 kg	450 kg

# TAMBORES DE SARILHO

## FIXAÇÃO DO CABO NO TAMBOR

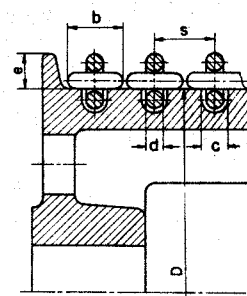
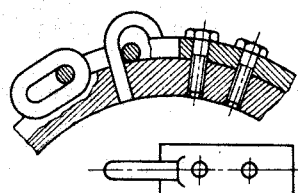


Exemplo 1



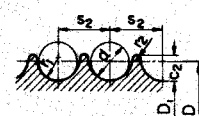
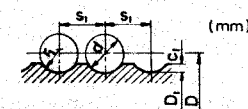
Exemplo 2

## TAMBOR PARA CORRENTE DE ELLOS



$D \geq 20d$   
 $s = b + (2 \text{ a } 3) \text{ mm}$   
 $c \sim 1,2d$

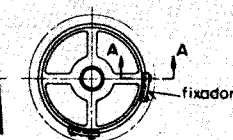
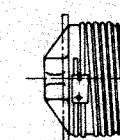
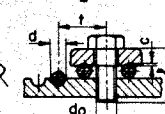
## CANAIS DO TAMBOR



d	r <sub>1</sub>	s <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	s <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	r <sub>2</sub>
4,8	3,5	7	2	9	4,5	1,0
6,2	4,0	8	2	11	5,5	1,5
8,7	5,0	11	3	13	6,5	1,5
11,0	7,0	13	3	17	8,5	1,5
13,0	8,0	15	4	19	9,5	1,5
15,0	9,0	17	5	22	11,0	2,0
19,5	11,5	22	5	27	13,5	2,0
24,0	13,5	27	6	31	16,0	2,5
28,0	15,5	31	8	36	18,0	2,5
34,5	19,0	38	10	41	22,0	3,0
39,0	21,0	42	12	50	24,5	3,5

## FIXAÇÃO DO CABO

Secção AA

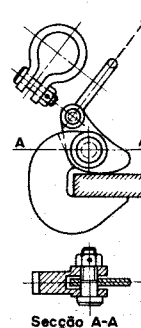


						(mm)
d	k	t	d <sub>0</sub>	ℓ	c	Número de fixadores
4,8 6,2	28	19	8	20	2	1
7,7 8,7	34	25	10	30	4	1
11 13	52	35	16	45	5	1
15 17,5 18	53	43	18	50	7	1
19,5 20,5 21,5	58	53	22	60	8	1
23 24 26	78	60	22	60	10	1
28 28,5 30 31	78	70	27	75	12	1
32,5 33,5 34,5 36	100	85	30	100	14	2

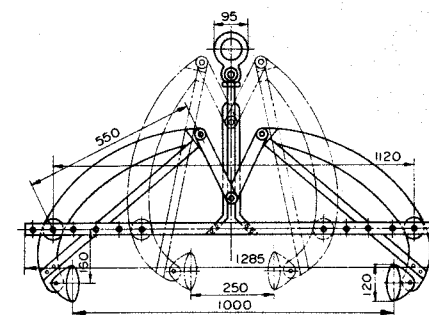
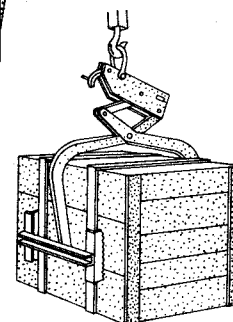
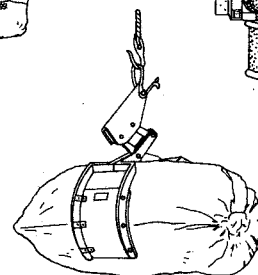
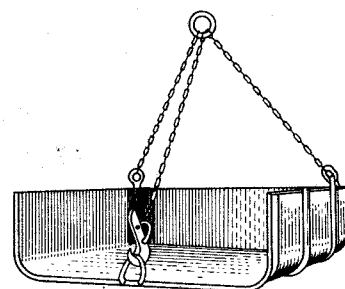
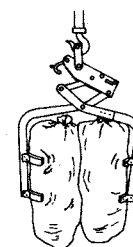
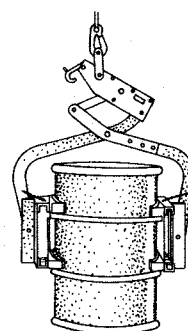
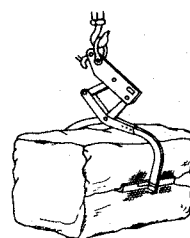
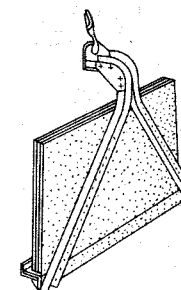
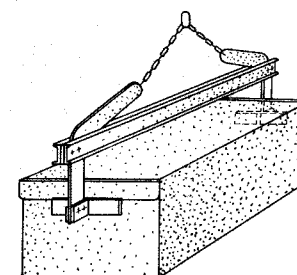
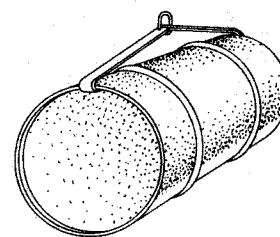
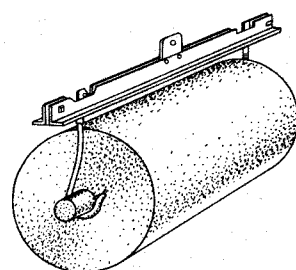
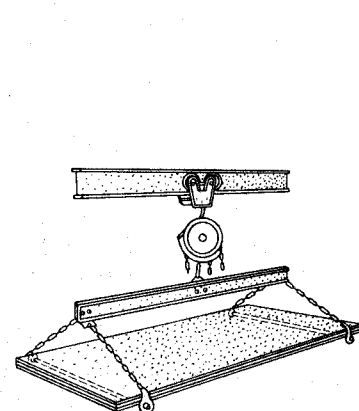
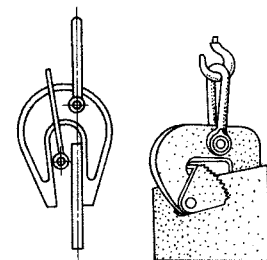
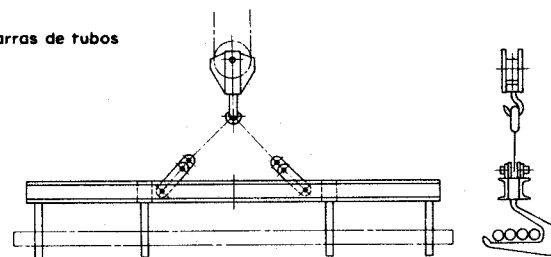
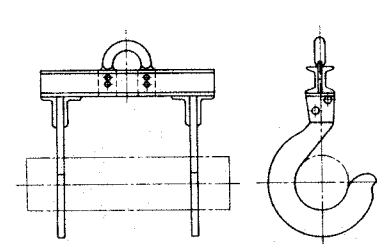
# GARRAS

Garras de tubos

Garras de chapas

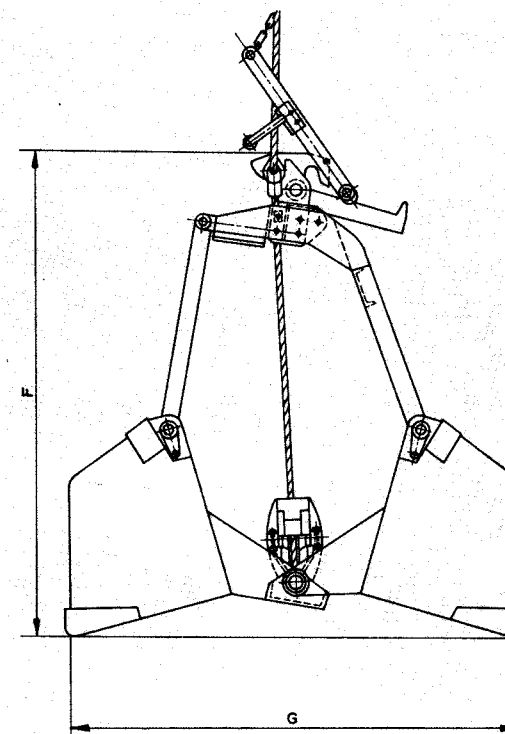
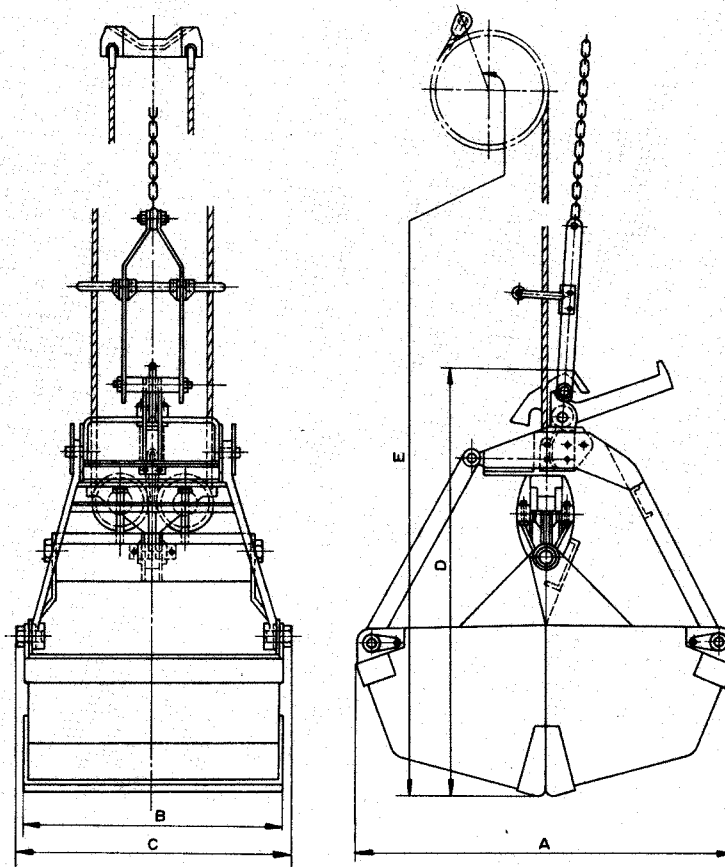


Secção A-A

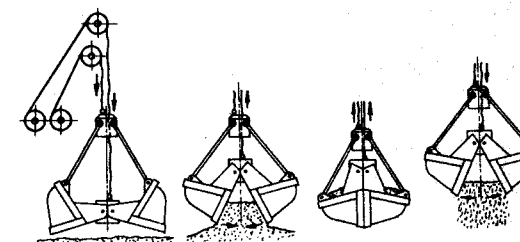




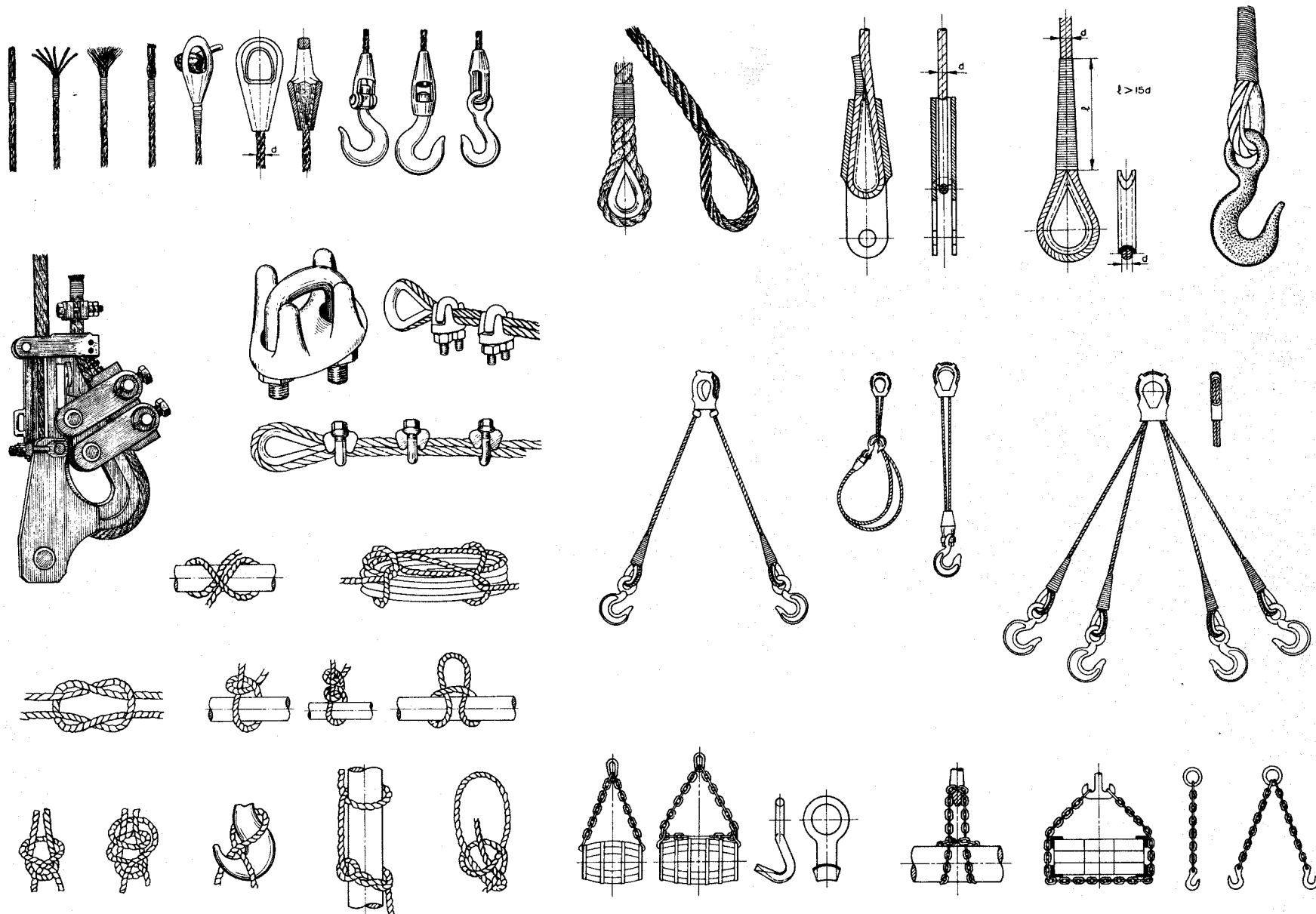
# CAÇAMBA DE DRAGA



Capacidade	Dimensões (mm)						
m <sup>3</sup>	A	B	C	D	E	F	G
0,50	1,600	850	1,275	2,000	2,750	2,100	1,925
0,75	1,850	1,200	1,275	2,240	3,400	2,325	1,925
1,00	2,000	1,050	1,150	2,340	4,400	2,600	2,460
1,50	2,000	1,370	1,500	2,340	4,400	2,600	2,460
2,00	2,540	1,370	1,500	2,340	5,000	2,600	2,600
4,00	2,540	1,370	1,500	2,500	6,000	2,750	3,400

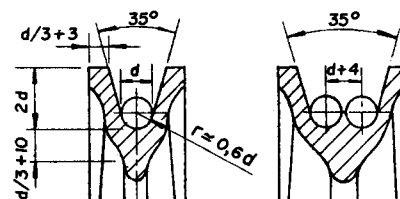


# FIXAÇÃO DE CABOS DE AÇO E DE CORRENTES



# CABOS DE AÇO

AF = Alma de fibra  
AA = Alma de aço de uma perna  
AACI = Alma de aço de cabo independente  
FILLER = Arames de enchimento  
PC = Perna de cabo

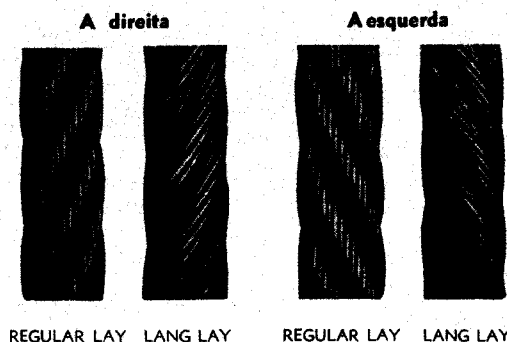


## QUALIDADES E MATERIAIS

Convenionalmente os cabos de aço são fabricados em diversas qualidades, classificadas pela sua resistência em seis categorias, a saber:

Resistência à tração	Denominação americana correspondente
200 kg/mm <sup>2</sup>	"Extra improved plow-steel"
180 kg/mm <sup>2</sup>	"Improved plow-steel"
160 kg/mm <sup>2</sup>	"Plow-steel"
140 kg/mm <sup>2</sup>	"Mild plow-steel"
120 kg/mm <sup>2</sup>	"Traction steel"
60 kg/mm <sup>2</sup>	"Iron"

## TORÇÃO DOS CABOS

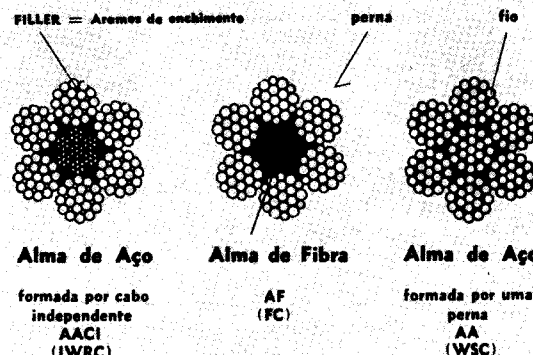


Quando as pernas são torcidas da esquerda para a direita, diz-se que o cabo é de "Torção à direita".

Quando as pernas são torcidas da direita para a esquerda, diz-se que o cabo é de "Torção à esquerda".

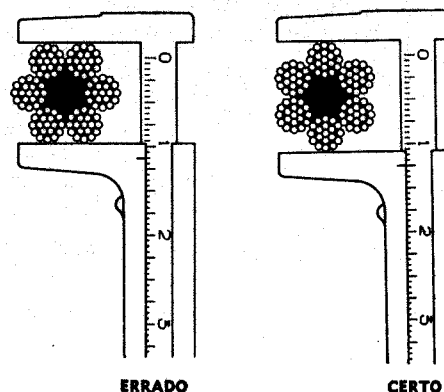
No **cabo de torção regular**, os fios de cada perna são torcidos em sentido oposto à torção das próprias pernas (em cruz). No **cabo de torção Lang**, os fios de cada perna são torcidos no mesmo sentido do que o das próprias pernas. A torção Lang aumenta a resistência à abrasão do cabo e sua flexibilidade. Por outro lado, a torção regular confere maior estabilidade ao cabo.

## ALMA DOS CABOS



Um cabo com alma de aço apresenta um aumento, de 7,5% na resistência à tração e de 10% no peso por metro, em relação a um cabo com alma de fibra de mesma bitola e construção.

## COMO MEDIR UM CABO



## CARGAS E FATORES DE SEGURANÇA

A carga de um cabo de uso geral, especialmente quando ele é movimentado, não deve, via de regra, exceder a um quinto da carga de ruptura efetiva do mesmo.

Aplicação	Fatores de segurança
Cabos e cordoalhas estáticas	3 a 4
Cabo para tração no sentido horizontal	4 a 5
Guinchos	5
Pés, guindastes, escavadeiras	5
Pontes rolantes	6 a 8
Talhas elétricas e outras.	7
Laços (slings)	5 a 6
Elevadores baixa velocidade	8 a 10
Elevadores alta velocidade	10 a 12

A carga de ruptura de um cabo diminui aproximadamente 10% ao se fazer um laço (sling).

## ESCOLHA DA COMPOSIÇÃO EM VISTA DA

### APLICAÇÃO

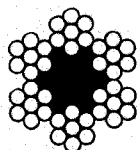
A flexibilidade de um cabo está em proporção inversa ao diâmetro dos arames exteriores do mesmo, enquanto que a resistência à abrasão é diretamente proporcional a este diâmetro. Em consequência, escolher-se-à uma composição com arames finos quando prevalece o esforço à fadiga de dobramento, e uma composição de arames exteriores mais grossos, quando as condições de trabalho exigem grande resistência à abrasão.

## DIÂMETROS DE TAMBORES E POLIAS

Existe uma relação entre o diâmetro do cabo e o diâmetro da polia ou tambor, que deve ser observada a fim de garantir uma duração razoável do cabo.

Composição do cabo (categoria)	Diâmetro da polia ou do tambor
6 x 7	72 ÷ 42 vezes o Ø do cabo
6 x 19	45 ÷ 30 idem
8 x 19	31 ÷ 21 idem
6 x 37	27 ÷ 18 idem

### CABO DE AÇO POLIDO 6 x 7



Construção 6 x 7 AF

Qualidade: Arame de aço de resistência à tração de 180 a 200 kg/mm<sup>2</sup>

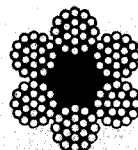
O cabo 6 x 7 é preferível para instalações com abrasão severa e polias grandes.

Diâmetro	Pêso Aproximado kg/m	Carga de Ruptura Mínima Efetiva em kg
1/8"	0,034	550
3/16"	0,078	1.270
1/4"	0,14	2.390
5/16"	0,22	3.720
3/8"	0,31	5.320
1/2"	0,56	9.340
5/8"	0,88	14.400
3/4"	1,25	20.600
7/8"	1,71	27.800
1"	2,23	36.000
1.1/8"	2,83	45.200
1.1/4"	3,48	55.300
1.3/8"	4,23	66.300
1.1/2"	5,03	78.200

Este cabo pode ser fornecido com alma de aço; neste caso a carga de ruptura aumenta de 7,5%

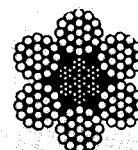
Este cabo pode ser fornecido também com acabamento galvanizado; neste caso a carga de ruptura diminui 10%

### CABO DE AÇO POLIDO CATEGORIA 6 x 19



6 x 19 AF  
Construção 1-6/12  
2 operações

Qualidade: Arame de aço de resistência à tração de 180 a 200 kg/mm<sup>2</sup>



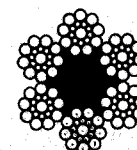
6 x 19 AACI  
Construção 1-6/12  
2 operações

Diâmetro	Alma de Fibra		Alma de Aço de Cabo Indep.	
	Pêso Aprox. kg/m	Carga de Ruptura Mínima Efetiva em kg	Pêso Aprox. kg/m	Carga de Ruptura Mínima Efetiva em kg
1/4"	0,15	2.480	—	—
3/8"	0,34	5.530	0,37	5.940
1/2"	0,59	9.710	0,65	10.440
5/8"	0,94	15.100	1,03	16.230
3/4"	1,34	21.600	1,47	23.220
7/8"	1,83	29.200	2,01	31.390
1"	2,38	37.900	2,62	40.740
1.1/8"	3,02	47.700	3,32	51.280
1.1/4"	3,72	58.600	4,08	62.990
1.3/8"	4,51	70.500	4,96	75.790
1.1/2"	5,36	83.500	5,89	89.760
1.5/8"	6,29	97.100	6,91	104.400
1.3/4"	7,29	112.000	8,01	120.400

Estes cabos podem ser fornecidos com acabamento galvanizado; neste caso as cargas de ruptura diminuem 10%

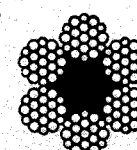
### PRINCIPAIS CABOS FABRICADOS PELA CIMAF

### CABO DE AÇO POLIDO CATEGORIA 6 x 19



6 x 19 Seale AF  
Construção 1-9-9

Qualidade: Arame de aço de resistência à tração de 180 a 200 kg/mm<sup>2</sup>



6 x 19 Warrington AF  
Construção 1-6-(6+6)

TAMBÉM:  
6 x 21 Seale AF  
Construção 1-10-10

Diâmetro	Pêso Aproximado kg/m	Carga de Ruptura Mínima Efetiva em kg
1/4"	0,15	2.480
5/16"	0,24	3.860
3/8"	0,34	5.530
1/2"	0,59	9.710
5/8"	0,94	15.100
3/4"	1,34	21.600
7/8"	1,83	29.200
1"	2,38	37.900
1.1/8"	3,02	47.700
1.1/4"	3,72	58.600
1.3/8"	4,51	70.500
1.1/2"	5,36	83.500
1.5/8"	6,29	97.100
1.3/4"	7,29	112.000

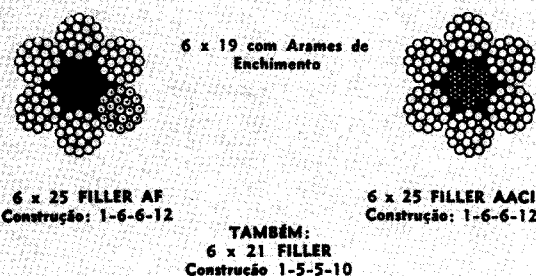
O cabo 6 x 19 Seale (1-9-9) é preferível para instalações com abrasão severa.

Estes cabos podem ser fornecidos com alma de aço; neste caso as cargas de ruptura aumentam de 7,5%

Estes cabos podem ser fornecidos também com acabamento galvanizado; neste caso as cargas de ruptura diminuem 10%

## PRINCIPAIS CABOS FABRICADOS PELA CIMAF

### CABO DE AÇO POLIDO CATEGORIA 6 x 19



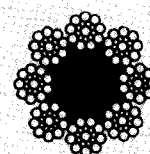
Máximo de resistência e flexibilidade  
Resistência à tração dos arames 190 a 210 Kgs/mm<sup>2</sup>

Diâmetro	Alma de Fibra		Alma de Aço de Cabo Indep.	
	Peso Aprox. kg/m	Carga de Ruptura Mínima Efetiva em kg	Peso Aprox. kg/m	Carga de Ruptura Mínima Efetiva em kg
3/8"	0,35	5.860	0,39	6.300
1/2"	0,61	10.290	0,67	11.060
5/8"	0,97	16.000	1,07	17.200
3/4"	1,38	22.900	1,52	24.620
7/8"	1,88	30.950	2,07	33.270
1"	2,46	40.170	2,71	43.180
1.1/8"	3,12	50.600	3,43	54.200
1.1/4"	3,83	62.110	4,21	66.770
1.3/8"	4,64	74.900	5,10	80.500
1.1/2"	5,51	88.500	6,06	95.100
1.5/8"	6,48	103.000	7,13	110.700
1.3/4"	7,50	118.800	8,25	128.000

Estes cabos podem ser fornecidos com acabamento galvanizado; neste caso as cargas de ruptura diminuem 10%

### CABO DE AÇO POLIDO CATEGORIA 8 x 19

ESPECIAL PARA ELEVADORES



8 x 19 Seale AF  
Construção: 1-9-9

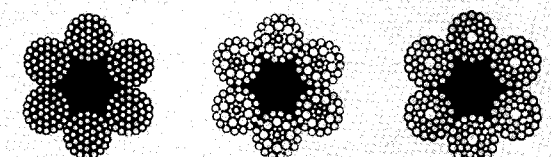
Qualidade: Arame de aço tração especial para elevadores

Diâmetro	Peso Aproximado kg/m	Carga de Ruptura Mínima Efetiva em kg
1/4"	0,13	1.630
5/16"	0,21	2.540
* 3/8"	0,30	3.720
* 1/2"	0,53	6.580
* 5/8"	0,85	10.400
3/4"	1,22	14.500
7/8"	1,65	19.000
1"	2,16	24.500

\* Normalmente mais usados para elevadores.

### CABO DE AÇO POLIDO CATEGORIA 6 x 37

ESPECIAL PARA PONTES ROLANTES E GUINDASTES



6 x 37 AF  
1-6-12/18  
3 operações

6 x 41 FILLER AF  
1-8-8-8-16

6 x 41 Warrington-Seale AF  
1-8-(8+8)-16

Resistência à tração dos arames 180 a 200 Kg/mm<sup>2</sup>

Diâmetro	Peso Aproximado kg/m	Carga de Ruptura Mínima Efetiva em kg
1/4"	0,15	2.350
5/16"	0,24	3.650
3/8"	0,33	5.230
1/2"	0,58	9.250
5/8"	0,91	14.300
3/4"	1,29	20.500
7/8"	1,77	27.700
1"	2,31	36.100
1.1/8"	2,92	45.400
1.1/4"	3,60	55.800
1.3/8"	4,36	67.200
1.1/2"	5,19	79.700
1.5/8"	6,09	93.400
1.3/4"	7,07	108.000

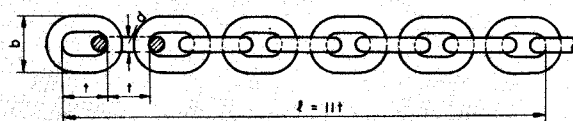
Estes cabos podem ser fornecidos com alma de aço; neste caso as cargas de ruptura aumentam de 7,5%

Estes cabos podem ser fornecidos também com acabamento galvanizado; neste caso as cargas de ruptura diminuem 10%

# CORRENTES DE ELOS

## CORRENTES DE AÇO REDONDO PARA USO GERAL E ELEVADORES

DIN 766



A - Calibrada para rodas dentadas ou cremalheiras  
B - Sem calibrar

Designação de uma corrente de comprimento m, de aço redondo, sem calibrar, tamanho nominal d = 26 mm, temperada, de aço St 35.13 KH cor natural: (m em metros)

m corrente B 26 DIN 766 St 35.13 KH

(Evitar os valores entre parênteses)

Tamanho nominal d (mm)			t		Tolerância no comprimento L para o tipo A	b	Qualidade normal			Temperada				Peso (7,85 kg/dm³)	
Qualidade normal	Temperada		mm	Tolerância para o tipo A			mm	Carga de trabalho	Carga de prova	Carga mínima de ruptura	Carga de trabalho		Carga de prova		Carga mínima de ruptura
	Para uso geral	Para elevadores									Normal	Somente para correntes usadas p/ elevadores			
			mm	mm	mm	mm	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg/m	
5	—	—	18,5	+ 0,5	+ 1,5 - 0,5	17	Sem garantia							0,500	
6	—	—	18,5			20								0,750	
4	—	—	16			14	150	300	600	—	—	—	—	0,320	
5	5	—	18,5			17	250	500	1000	250	—	630	1260	0,500	
6	6	—	18,5	+ 0,6	+ 2,5 - 0,8	20	350	700	1400	350	—	900	1800	0,750	
7	7	7	22			23	450	900	1800	450	630	1260	2520	1,00	
8	8	8	24			26	630	1260	2500	630	800	1600	3200	1,35	
(9)	9	9	27			30	800	1600	3200	800	1000	2000	4000	1,80	
(9,5)	—	—	27	+ 1,0	+ 3,8 - 1,3	31	850	1700	3400	—	—	—	—	1,90	
10	10	(10)	28			34	1000	2000	4000	1000	1250	2500	5000	2,25	
(11)	(11)	11	31			36	1120	2240	4480	1120	1600	3200	6400	2,70	
13	13	(13)	36			44	1600	3200	6400	1600	2120	4240	8480	3,80	
—	—	—	41	+ 1,5	+ 5,5 - 1,8	47	—	—	—	—	2500	5000	10000	4,40	
16	16	(16)	45			54	2500	5000	10000	2500	3150	6300	12600	5,80	
18	18	18	50			60	3150	6300	12600	3150	4000	8000	16000	7,30	
20	20	20	56			67	4000	8000	16000	4000	5000	10000	20000	9,00	
23	23	23	64	+ 2,0	+ 6,5 - 2,2	77	5000	10000	20000	5000	6700	13400	26800	12,0	
26	26	—	73			87	6300	12600	25200	6300	—	17000	34000	15,0	
28	28	—	78			94	7500	15000	30000	7500	—	20000	40000	17,5	
30	30	—	84			101	8500	17000	34000	8500	—	22400	44800	20,0	
33	33	—	92	+ 2,5	+ 8,0 - 2,5	112	10000	20000	40000	10000	—	26400	52800	24,5	
36	36	—	101			122	12500	25000	50000	12500	—	30000	60000	28,0	
39	39	—	109			132	14000	28000	56000	14000	—	36000	72000	34,0	
42	42	—	118			142	17000	34000	68000	17000	—	40000	80000	40,0	
45	45	—	126	—	—	152	19000	38000	76000	19000	—	44800	89600	45,5	
48	48	—	134			162	21000	42000	84000	21000	—	50000	100000	52,0	
51	51	—	143			172	25000	50000	100000	25000	—	56000	112000	58,5	
54	54	—	151			182	28000	56000	112000	28000	—	63000	126000	65,5	
57	57	—	160	—	—	192	30000	60000	120000	30000	—	67000	134000	73,0	
60	60	—	168			202	33500	67000	134000	33500	—	71000	142000	81,0	

## CORRENTES SOLDADAS "SÃO CAETANO"



Material de fabricação: SAE 1008 a 1010

Coefficiente de segurança igual a 2, ou seja, 100% da carga admissível.

Correntes para talhas fabricadas sob especificações

Diâmetro		Medida externa dos elos		Carga admissível	Peso por metro elos curtos
mm	pol.	compridos	curtos		
3	1/8	16 x 28	14 x 21	—	0,160
3,5	—	16 x 31	17 x 26	—	0,240
4	—	18 x 31	17 x 28	—	0,310
4,5	—	19 x 32	18 x 28	—	0,350
5	3/16	25 x 46	20 x 31	—	0,490
5,5	—	25 x 47	24 x 36	—	0,600
6	—	26 x 46	25 x 39	—	0,680
6,5	1/4	27 x 48	27 x 43	—	0,800
7	—	29 x 48	28 x 44	—	1,050
8	5/16	32 x 48	33 x 50	800	1,300
9	—	36 x 61	34 x 49	—	1,680
9,5	3/8	38 x 61	37 x 54	1000	1,850
—	7/16	—	37 x 60	1500	2,550
—	1/2	—	43 x 66	1800	3,300
—	9/16	—	50 x 72	2000	4,200
—	5/8	—	53 x 82	2500	5,200
—	3/4	—	63 x 91	4000	7,500
—	7/8	—	73 x 115	5000	10,200
—	1	—	85 x 128	6000	13,300

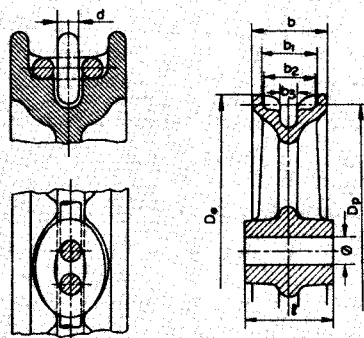
## CORRENTES SEM-FIM "SÃO CAETANO"



Número	Diâmetro	Comp. ext. dos elos	Número aprox. de elos p/ metro	Peso por metro
	mm	mm		gramas
7	1,2	20	56	40
6	1,5	23	51	50
5	2,0	29	39	100
4	2,3	30	39	130
3	2,5	34	34	140
2	3,0	40	29	200
1	3,5	49	24	290
0	3,8	55	21	350
2/0	4,0	61	19	450
3/0	4,5	61	19	550
4/0	5,0	67	17	600

# POLIAS PARA CORRENTES DE ELOS

## POLIA DENTADA PARA GUINDASTE



Um dente da roda corresponde a 2 elos da corrente.

$$D_p = \sqrt{\left(\frac{p}{\sin \frac{90^\circ}{z}}\right)^2 + \left(\frac{d}{\cos \frac{90^\circ}{z}}\right)^2}$$

p = passo.

d = diâmetro da corrente.

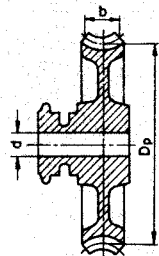
z = nº de dentes da roda.

$D_p \geq 20 d$  p/ acionamento manual.

$D_p \leq 30 d$  p/ acionamento motorizado.

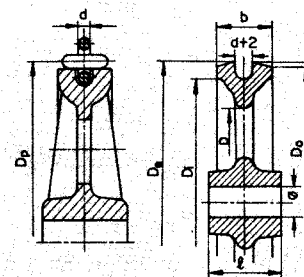
Cap. do guindaste..... kg	500-1000	1500	2000	3000	4000-5000	6 000-10 000	12 500	15 000
diâmetro da corrente d..... mm	5	5	5	5	5,5	5,5	6	7
diâmetro externo $D_e$ ..... mm	155	208	255	300	370	450	560	652
diâmetro primitivo $D_p$ ..... mm	141,8	188,8	235,6	282	353,5	424,4	537,3	625
número de dentes z.....	12	16	20	24	30	36	45	53
diâmetro do furo Ø..... mm	24	24	24	26	28	30	35	40
largura b..... mm	30	30	32	32	3	36	38	38
largura do cubo l..... mm	45	45	45	46	50	50	55	60
b1..... mm	24	24	26	26	26	28	28	30
b2..... mm	22	22	23	23	23	25	25	26
b3..... mm	7	7	8	8	9	9	9	9
peso..... kg	2,2	3,2	4,6	6,5	8,7	13,5	22	27

## POLIA PARA GUINDASTE MANUAL

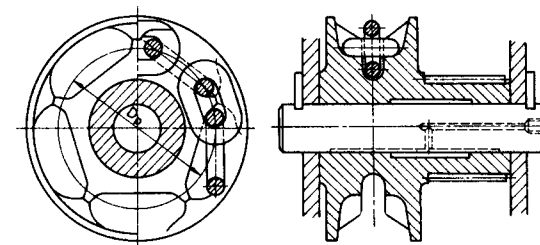


Cap. guindaste	kg	1000	1500	2000	3000	4000	5000	6000	7500	10000
<b>CORRENTE</b>										
diâmetro..... mm	8	9,5	11	11,5	14	15,5	16,5	18	22	
número de dentes z.....	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
diâm. primitivo..... mm	74	80	101	110	128	135	144	175	178	
esforço..... kg	300	750	1000	1500	2000	2500	3000	3750	5000	
diâmetro d..... mm	22	24	26	29	30	33	36	40	42	
<b>ENGRENAGEM</b>										
número de dentes z.....	22	26	29	35	32	38	48	48	56	
módulo m..... mm	7	7	7	7	8	8	8	8	8	
diâm. prim. $D_p$ ..... mm	154	182	203	245	256	304	384	384	448	
largura b..... mm	40	40	40	40	50	50	58	58	58	
esforço P..... kg	240	330	500	450	1000	1100	1130	1720	2000	
tensão $G = \frac{2,4 P}{mb}$	2,06	2,83	4,30	3,86	6,00	6,60	4,65	7,10	8,30	

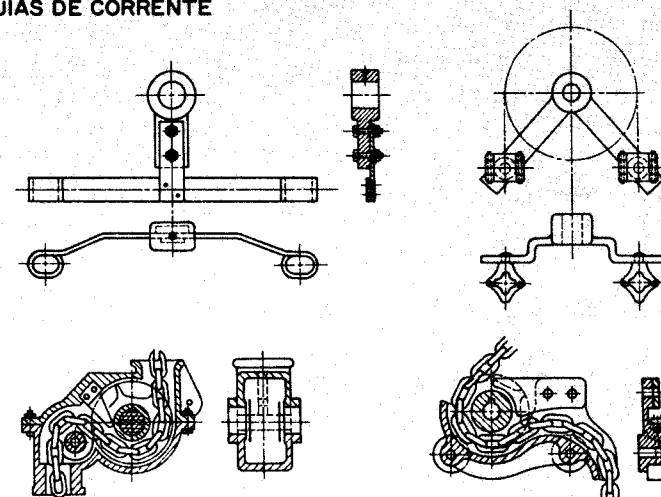
## POLIA LISA PARA CORRENTE



Capacidade do guindaste	d	$D_e$	$D_0$	$D_i$	D	b	l	Ø	Peso
kg	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg
1000	8	120	115	98	82	32	44	20	4
1500	9,5	140	135	110	94	32	48	22	5
2000	11	160	155	125	100	33	56	24	6
3000	12,5	180	175	140	110	40	63	26	7
4000	14	200	195	160	135	42	68	30	8
5000	15,5	225	220	179	151	44	76	33	9
6000	16,5	250	245	200	170	46	80	36	10
7500	18	275	270	220	188	48	93	40	12
10000	22	300	295	320	284	50	108	42	15



## GUIAS DE CORRENTE



# CORRENTES DE PRECISÃO DE ROLOS

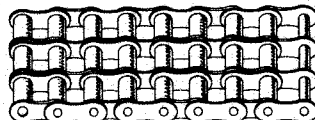
Para informações mais completas consultar EB-384.

## CORRENTE DE ROLOS

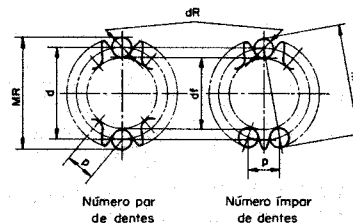
### SIMPLES



### MÚLTIPLA (TRIPLA)



## DIMENSÕES DIAMETRAIS DA RODA PARA CORRENTE



$p$  = passo da corrente igual ao comprimento do lado do polígono primitivo.

$dR$  = diâmetro dos rolos de verificação

$z$  = número de dentes

$d$  = diâmetro primitivo

$df$  = diâmetro no fundo dos dentes

$MR$  = dimensão de verificação sobre rolos

$dR = d_1$  mas com tolerância de  $+0,00$  mm a  $+0,01$  mm

$$d = \frac{p}{\sin \frac{180^\circ}{z}} \quad z = \text{de 9 até 150 dentes inclusive}$$

Números de dentes preferenciais 17, 19, 21, 23, 25, 38, 57, 76, 95 e 114.

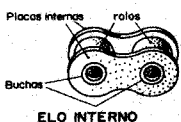
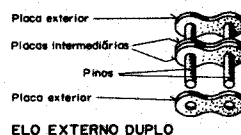
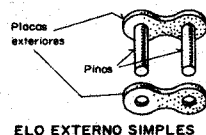
$df = d - d_1$  (v. tolerâncias na EB-384)

$MR$  para um número par de dentes =  $d + dR_{\min}$ .

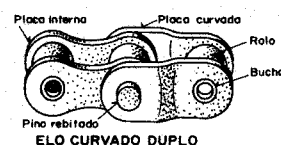
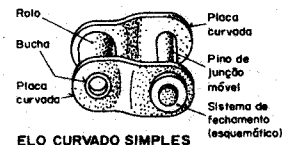
$MR$  para um número ímpar de dentes =  $d \cdot \cos \frac{90^\circ}{z} + dR_{\min}$ .

A medição de rodas é executada sobre dois rolos colocados nos dois vãos de dentes diametralmente opostos no caso do número de dentes par, e sobre dois rolos colocados nos dois vãos mais próximos quanto possível da posição diametralmente oposta no caso de ser ímpar.

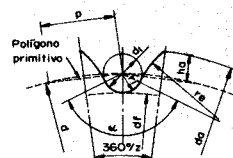
## TIPOS DE ELOS



O sistema de fechamento pode ser de tipos diferentes. Os desenhos só indicam sua posição.



## FORMA DO DENTEADO E DIÂMETRO EXTERNO DAS RODAS



$p$  = passo da corrente igual ao comprimento do lado do polígono primitivo

$d$  = diâmetro primitivo

$d_1$  = diâmetro máximo do rolo

$r_1$  = raio do apoio do rolo

$\alpha$  = ângulo de contato do rolo

$re$  = raio de saída

$ha$  = altura do dente acima do polígono primitivo

$da$  = diâmetro externo

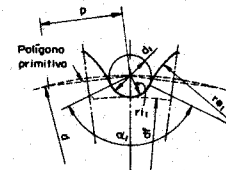
$df$  = diâmetro no fundo do dente

$z$  = número de dentes

$$da_{\max} = d + 1,25p - d_1$$

$$da_{\min} = d + p \left(1 - \frac{1,6}{z}\right) - d_1$$

### Perfil mínimo do vão do denteado

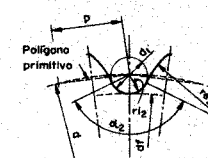


$$r_1 = 0,505 d_1$$

$$\alpha_1 = 140^\circ - \frac{90^\circ}{z}$$

$$re_1 = 0,12 d_1 (z + 2)$$

### Perfil máximo do vão do denteado

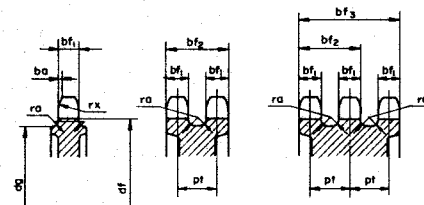


$$r_2 = (0,505 d_1 + 0,069 \sqrt{d_1}) \text{ mm}$$

$$\alpha_2 = 120^\circ - \frac{90^\circ}{z}$$

$$re_2 = 0,008 d_1 (z^2 + 180)$$

## PERFIL TRANSVERSAL DO DENTEADO



O perfil transversal refere ao perfil de uma roda seccionada por um plano axial passando pelo centro de um vão de dente.

$bf_1$  = largura do dente (tolerância h14)

$bf_2$  e  $bf_3$  = largura transv. do denteado

$rx$  = raio mínimo do flanco do denteado

$ba$  = largura do chanfro de entrada do denteado

$ra$  = raio de concordância

$dg$  = diâm. máx. de afastamento

$df$  = diâm. no fundo do dente

$p$  = passo da corrente

$pt$  = passo transversal da corrente

$h_1$  = largura mín. entre as placas int.

$h_2$  = largura máx. das placas internas

$p \leq 12,7 \text{ mm}$   $p > 12,7 \text{ mm}$

$bf_1$  p/ correntes simples =  $0,93 b_1$  ou  $0,95 b_1$

$bf_1$  p/ correntes duplas e triplas =  $0,91 b_1$  ou  $0,93 b_1$

$bf_1$  p/ correntes quádruplas ou mais =  $0,88 b_1$  ou  $0,90 b_1$

$bf_2$  e  $bf_3 = (n^2 \text{ de lados da corrente} - 1) \cdot pt + bf_1$

$rx = p$

$ba = 0,1 \text{ mín. a } 0,15 \text{ máx.}$

$ba = 0,05 \text{ mín. a } 0,07 \text{ máx. (bicicleta e motocicleta)}$

$ra_{\text{real}}$  = raio de concordância efetivo

$$dg = p \cdot \cot \frac{180^\circ}{z} - 1,05 h_2 - 1,00 - 2 ra_{\text{real}} \text{ mm}$$





# CORRENTES DE ROLOS

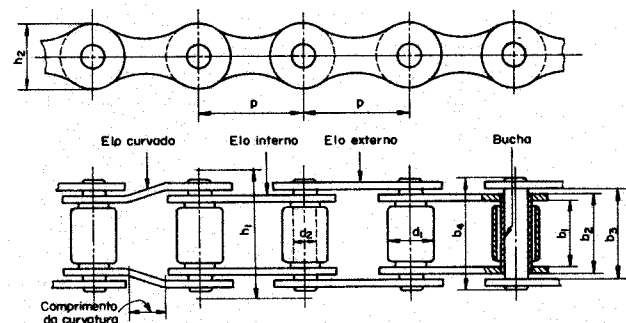
TIPO: S 32 ATÉ S 88.

MATERIAL: AÇO

(Para informações mais completas consultar EB-385).

Dimensões em mm

## CARACTERÍSTICAS DA CORRENTE



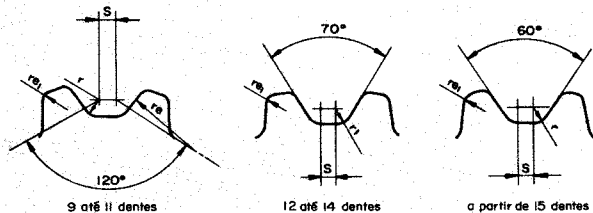
(\*) Também abrange S 57 a S 67

(\*\*) Também abrange S 75 a S 78.

Furo da bucha: o furo mínimo da bucha é 0,1mm maior que o diâmetro máximo do pino  $d_2$ .

Número da corrente	Passo	Diâmetro do rolo	Distâncias entre pla- cas internas	Distância entre pla- cas externas	Altura da placa	Diâmetro do pino	Largura sobre			Carga de ruptura	Carga de medida
							Elos internos	Pinos	Junta destacável		
	p	d <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	b <sub>3</sub>	h <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	b <sub>4</sub>	h <sub>1</sub>	—	—
—	máx.	min.	min.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.	min. kg f	kgf
S 32	29,21	11,43	15,88	20,57	13,5	4,47	20,19	26,7	31,8	820	14
S 42	34,93	14,27	19,05	25,65	19,8	7,01	25,40	34,3	39,4	2730	23
S 45	41,40	15,24	22,23	28,96	17,3	5,74	28,58	38,1	43,2	1820	23
S 52	38,10	15,24	22,23	28,96	17,3	5,74	28,58	38,1	43,2	1820	23
S 55	41,40	17,78	22,23	28,96	17,3	5,74	28,58	38,1	43,2	1820	23
S 62	41,91	19,05	25,40	32,00	17,3	5,74	31,80	40,6	45,7	2730	23
S 77 *	58,34	18,26	22,23	31,50	26,2	8,92	31,17	43,2	52,1	4540	57
S 88 **	66,27	22,86	28,58	37,85	26,2	8,92	37,52	50,8	58,4	4540	57

## FORMA DOS DENTES FUNDIDOS ACABADOS



(\*)  $S+2r$  deverá ser maior do que  $d_1+5\%$  do passo.

Número da corrente	Forma de dente			
	re	r (*) mín.	S (*) máx.	re1
S 32	21,6	5,1	6,4	2,5
S 42	26,7	6,4	6,4	5,1
S 45	29,2	6,4	10,2	5,1
S 52	29,2	6,4	8,9	5,1
S 55	33,0	7,6	8,9	5,1
S 62	35,6	7,6	7,6	5,1
S 77	34,3	7,6	14,0	5,1
S 88	43,2	10,2	15,2	7,6

## DIÂMETRO NO FUNDO E MEDIÇÃO SOBRE PINOS

$$df = p \cdot \cos \left( \frac{180^\circ}{z} \right) - d_1$$

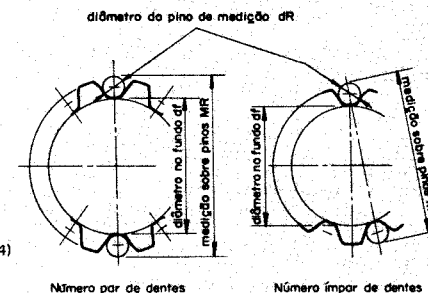
$$MR = \frac{p}{2} \cdot \cos \left( \frac{180^\circ}{2z} \right) - d_1 + 2dR$$

p = passo  $d_1$  = diâmetro do rolo

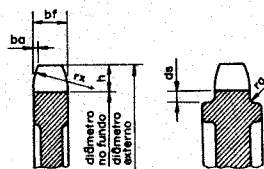
z = número de dentes padronizados = 9 - (10) -

11 - (12) - 13 - (14) - 15 - (16) - 17 - 18 - 27 - 30 - (34)

evitar valores entre parenteses.



## PERFIS DE DENTE



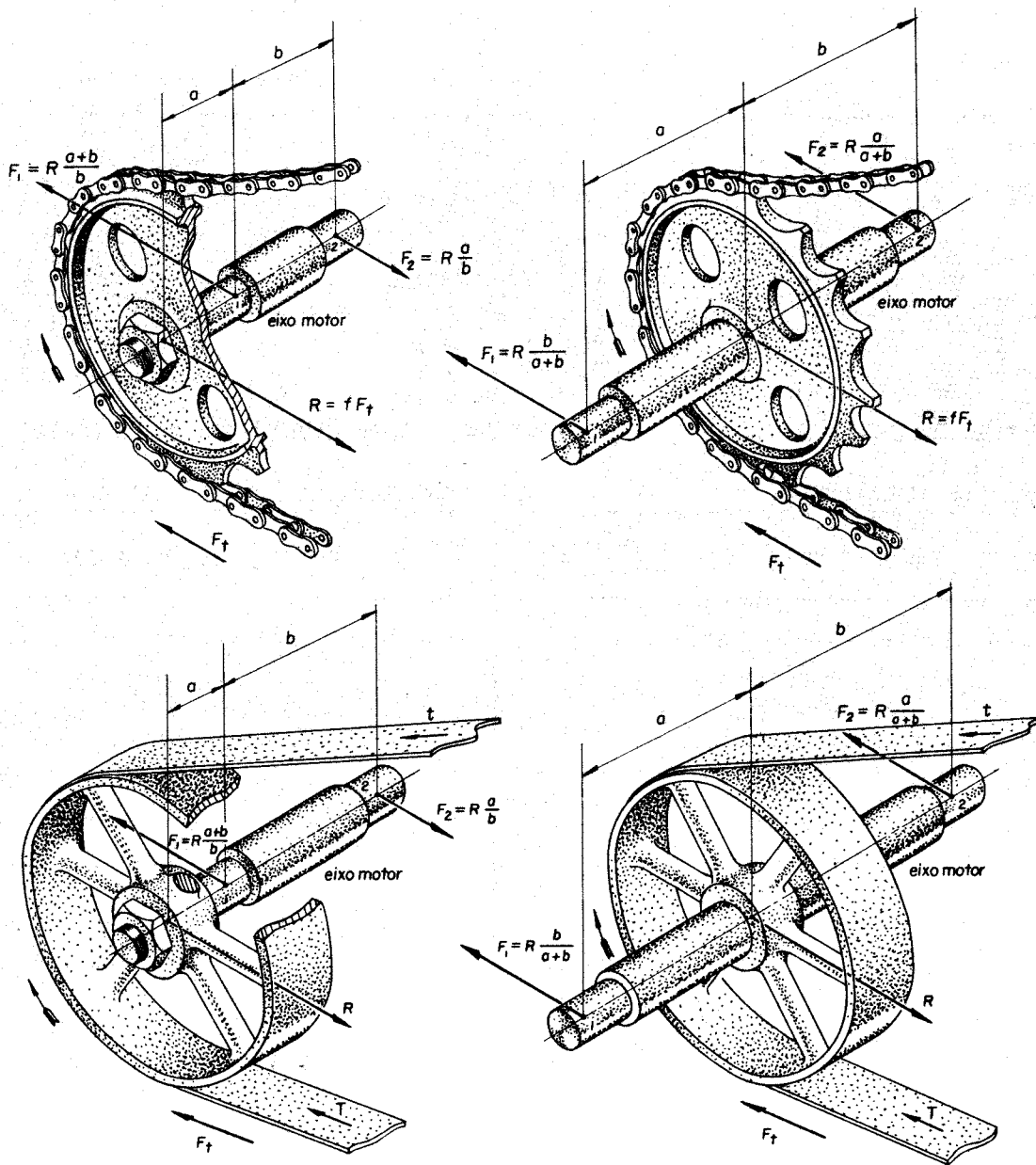
Número da corrente	Perfil de dente fundido						Perfil de dente usinado					
	Largura do dente	Raio do flanco do dente	Largura do chanfro de entrada do dente	Profundidade do dente	Profundidade do dente	Raio do arco de reforço	Largura do dente	Raio do flanco do dente	Largura do chanfro de entrada do dente	Profundidade do dente	Profundidade do dente	Raio do arco de reforço
S 32	bf	rx mín.	ba	ds mín.	h máx.	ra	bf	rx mín.	ba	ds mín.	h máx.	ra
S 32	14,0	19,1	2,8	4,8	10,2	2,5	14,8	19,1	2,8	2,8	10,2	1,3
S 42	16,8	25,4	3,3	6,6	13,7	2,5	17,9	25,4	3,3	4,6	13,7	1,3
S 45	19,8	25,4	4,0	4,8	14,2	2,5	20,9	25,4	4,0	2,8 *	14,2	1,3
S 52	19,8	25,4	4,0	4,8	14,2	2,5	20,9	25,4	4,0	2,8 *	14,2	1,3
S 55	19,8	31,8	4,0	3,6	15,5	2,5	20,9	31,8	4,0	1,5 *	15,5	1,3
S 62	22,6	31,8	4,6	3,1	16,0	2,5	23,9	31,8	4,6	1,0 *	16,0	1,3
S 77	19,8	31,8	4,0	7,6	17,5	2,5	20,9	31,8	4,0	5,8 *	17,5	1,3
S 88	25,4	38,1	5,1	5,6	21,8	2,5	26,9	38,1	5,1	3,6 *	21,8	1,3

Nota: 1) A profundidade mínima do arco de reforço  $ds$  e a profundidade máxima de dente  $h$  são especificadas somente para as rodas de corrente com 9 até 34 dentes. A linha de referência para estas dimensões é o diâmetro atual no fundo, o qual pode ser diferente do valor teórico dentro das tolerâncias especificadas.

Se o raio do arco de reforço  $ra$  excede o da figura indicada, a profundidade mínima do arco de referência  $ds$  deve ser aumentado da mesma quantidade.

As dimensões marcadas com (\*) devem ser aumentadas de 0,5mm para 10 dentes e de 1,0mm para 9 dentes.

# CARGA NOS MANCAIS



$\alpha$  = ângulo de abraçamento na polia motora [rad]

$T = e^{\mu \alpha} t$  = tração no ramo mais tenso

$t$  = tração no ramo menos tenso

$$M_t = 71620 \frac{N}{n}$$

$$F_t = \frac{M_t}{r} = T - t = \frac{e^{\mu \alpha} - 1}{e^{\mu \alpha}} T = (e^{\mu \alpha} - 1) t$$

$$R = T + t = (e^{\mu \alpha} + 1) t = \frac{e^{\mu \alpha} + 1}{e^{\mu \alpha} - 1} F_t = f F_t$$

## VALORES DE $f$

Correia plana com esticador: 2,5 ÷ 3,5

Correia plana sem esticador: 5 ÷ 6

Correia trapezoidal sem esticador: 2,5

Corrente de raios ou corrente silenciosa: 1,5

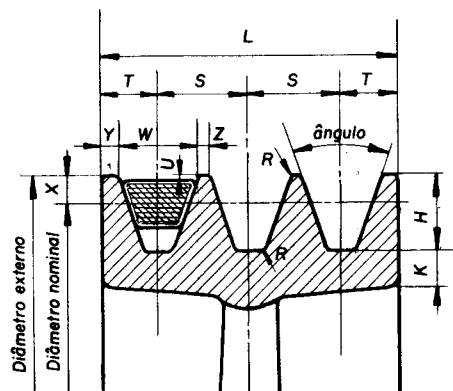
Corda de cânhamo (garganta de 45°): 2,5

Corda de cânhamo (garganta de 60°): 3,5

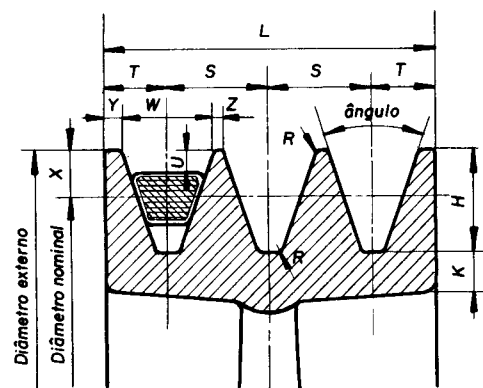
$$t = \frac{F_t}{e^{\mu \alpha} - 1} ; T = \frac{e^{\mu \alpha}}{e^{\mu \alpha} - 1} F_t \quad (\text{para dimensionamento da correia})$$

# POLIAS E CORREIAS: V E SINCRONIZADORAS\*

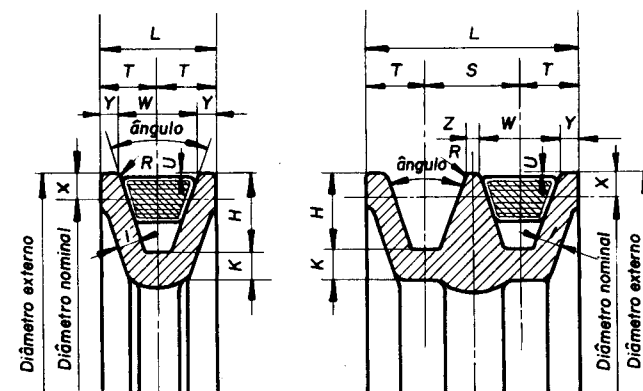
\* Vide MECÂNICA APLICADA Pág. 9.01 ÷ 9.50



TRANSMISSÃO EM PARALELO



TRANSMISSÃO A 1/4 DE TORÇÃO

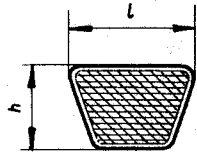


TRANSMISSÃO COM CORREIAS FRACIONÁRIAS

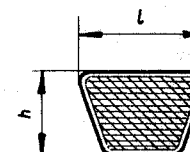
PERFIL DA CORREIA	Diâmetro externo mínimo	Para se obter o		TRANSMISSÃO EM PARALELO														TRANSMISSÃO A 1/4 DE TORÇÃO													
		Diâmetro Nominal		Ângulo do canal		T	S	W	Y	Z	H	K	I	U	R	X	L	Ângulo do canal		T	S	W	Y	Z	H	K	U	R	X	L	
		Da Polia V Subtrair	Da Polia Plana Somar	Diâmetro Externo mm	Graus													Diâmetro Externo mm	Graus												Diâmetro Externo mm
<b>A</b> 1/2" x 5/16"	75	10,0	8,0	75-170	34°	9,50	15,0	13,0	3	2,0	13	5,0	1,0	5,00				85-180	34°	10,50	17,0	15,0	3	2,0	17	5,0	4	1,0	8,0		
				> 170	38°													> 180	38°												
<b>B</b> 21/32" x 13/32"	130	12,5	10,5	130-240	34°	11,50	19,0	17,0	3	2,0	17	6,5	1,0	6,25				140-255	34°	13,50	23,0	21,0	3	2,0	24	6,5	7	1,0	12,0		
				> 240	38°													> 255	38°												
<b>C</b> 7/8" x 17/32"	200	16,5	13,5	200-350	34°	15,25	25,5	22,5	4	3,0	22	9,5	1,5	8,25				215-370	34°	18,25	31,5	28,5	4	3,0	32	9,5	10	1,5	16,5		
				> 350	38°													> 370	38°												
<b>D</b> 1-1/4" x 3/4"	300	22,0	19,0	300-450	34°	22,00	36,5	32,0	6	4,5	28	12,5	1,5	11,00				320-475	34°	25,75	44,0	39,5	6	4,5	40	12,5	12	1,5	21,5		
				> 450	38°													> 475	38°												
<b>E</b> 1-1/2" x 29/32"	485	26,0	23,0	485-630	34°	27,25	44,5	38,5	8	6,0	33	16,0	1,5	13,00				510-660	34°	31,50	53,0	47,0	8	6,0	47	16,0	14	1,5	25,5		
				> 630	38°													> 660	38°												
<b>F1</b> 13/32" x 7/32"	40	6	5,5	40-110	34°	7,75	12	10,5	2,5	1,5	10	4	3	0,5	3,0																
				> 110	38°																										
<b>F2</b> 1/2" x 9/32"	55	9	7,0	55-140	34°	9,50	15	13,0	3,0	2,0	13	5	4	1,0	4,5																
				> 140	38°																										
<b>F3</b> 21/32" x 11/32"	80	11	8,5	80-180	34°	11,50	19	17,0	3,0	2,0	17	6	5	1,0	5,5																
				> 180	38°																										

LARGURA = 2T + S (N-1)

N = NÚMERO DE CANAIS



N = NÚMERO DE CANAIS  
LARGURA = 2T + S(N-1)



# CORREIAS-V SÉRIE INDUSTRIAL

## RELAÇÃO DE TRANSMISSÃO

$$\varphi = \frac{n_2}{n_1} = \frac{D_1}{D_2}$$

$$D_1 = \varphi D_2$$

Para  $\varphi < \frac{1}{3}$  e  $\frac{D_2 - D_1}{I} \geq 0,7$  usar polia movida plana

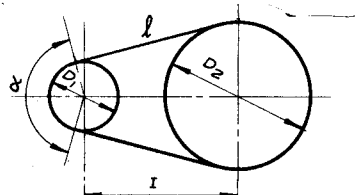
$$\text{QUANTIDADE DE CORREIAS} = \frac{\text{HP do motor} \times \text{fator de serviço}}{\text{HP por correia} \times \text{fator de correção do arco de contacto}}$$

## DISTÂNCIA ENTRE CENTROS

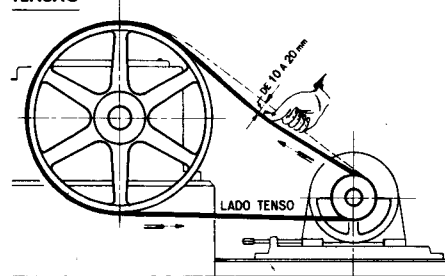
$$I = \frac{l}{2} - \left[ 0,785 (D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{2l} \right]$$

## ARCO DE CONTACTO

$$\alpha = 180^\circ - \frac{60 (D_2 - D_1)}{I}$$



## TENSÃO



## COMPRIMENTO NOMINAL DA CORREIA

$$l = 2I + 1,57 (D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4I}$$

PERFIL "A"		PERFIL "B"		PERFIL "C"		PERFIL "D"		PERFIL "E"	
Nº	mm	Nº	mm	Nº	mm	Nº	mm	Nº	mm
A-26	685	B-35	921	C-51	1337	D-120	3108	E-180	4444
A-31	812	B-38	997	C-60	1566	D-128	3311	E-195	5025
A-33	863	B-42	1099	C-68	1749	D-136	3514	E-210	5406
A-35	914	B-46	1200	C-75	1947	D-144	3717	E-225	5787
A-38	990	B-51	1327	C-81	2099	D-158	4073	E-240	6096
A-42	1092	B-53	1378	C-85	2201	D-162	4175	E-270	6858
A-46	1193	B-55	1429	C-90	2328	D-173	4454	E-300	7620
A-51	1320	B-60	1536	C-96	2480	D-180	4632	E-330	8382
A-55	1422	B-65	1683	C-105	2709	D-195	5013	E-360	9144
A-60	1549	B-68	1739	C-112	2887	D-210	5394	E-390	9906
A-64	1630	B-75	1937	C-120	3090	D-225	5775	E-420	10668
A-68	1732	B-81	2089	C-128	3293	D-240	6096	E-480	12192
A-75	1930	B-85	2191	C-136	3496	D-270	6858	E-540	13716
A-80	2057	B-90	2318	C-144	3699	D-300	7620	E-600	15240
A-85	2184	B-97	2494	C-158	4055	D-330	8382	E-660	16764
A-90	2311	B-105	2699	C-162	4157	D-360	9144		
A-96	2463	B-112	2877	C-173	4436	D-390	9906		
A-103	2692	B-120	3080	C-180	4614	D-420	10668		
A-112	2870	B-124	3182	C-195	4995	D-480	12192		
A-120	3073	B-128	3283	C-210	5376	D-540	13716		
A-128	3276	B-136	3486	C-225	5757	D-600	15240		
A-136	3479	B-144	3689	C-240	6096	D-660	16764		
A-144	3682	B-158	4045	C-255	6477				
A-158	4038	B-162	4147	C-270	6858				
A-173	4419	B-173	4426	C-300	7620				
A-180	4597	B-180	4604	C-330	8382				
		B-195	4985	C-360	9144				
		B-210	5366	C-390	9906				
		B-225	5747	C-420	10668				
		B-240	6096						
		B-270	6858						
		B-300	7620						

Resumo do catálogo "ORION"

## FATOR DE CORREÇÃO DO ARCO DE CONTACTO

DIFERENÇA DE DIÂMETROS NOMINAIS $d_2 - d_1$	ARCO DE CONTACTO SOBRE A POLIA MENOR (GRAUS)															
	90°	100°	110°	120°	130°	135°	140°	145°	150°	155°	160°	165°	170°	175°	180°	180°
	FATOR DE CORREÇÃO PARA TRANSMISSÕES COM AMBAS AS POLIAS DE CANAIS															
	0,69	0,74	0,79	0,83	0,85	0,86	0,87	0,89	0,91	0,92	0,94	0,95	0,96	0,98	0,99	0,99
25 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
85 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
95 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
105 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
110 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
115 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
120 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
125 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
130 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
135 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
140 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
145 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
150 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
155 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
160 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
165 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
170 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
175 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
180 mm	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

## FATOR DE SERVIÇO

Acrescentar 0,2 ao fator de serviço nos seguintes casos:

Trabalhos intermitentes, 24 horas por dia;

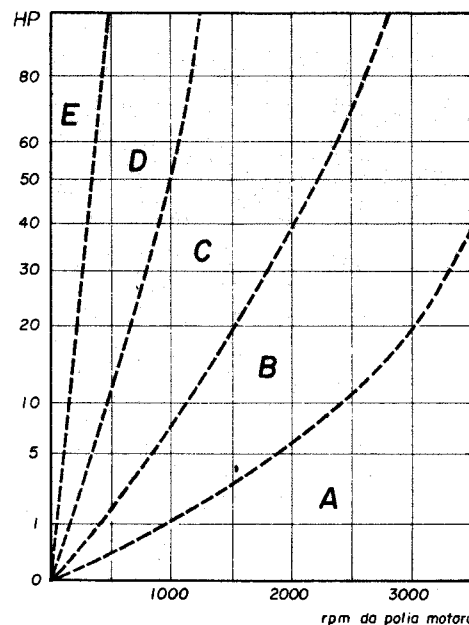
Ambientes sob condições de umidade;

Transmissões de eixos fixos com rolos tensores;

Transmissões multiplicativas, onde as polias condutoras são maiores que as conduzidas.

MÁQUINA CONDUTORA	MOTORES ELÉTRICOS C.A. MONOFÁSICOS AUTOMÁTICO EM PARALELO C.A. EM CIRCUITO E SÍNCRONOS C.C. EM DERIVAÇÃO (SHUNT) TURBINAS HIDRÁULICAS E A VAPOR RODAS HIDRÁULICAS MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA	MOTORES ELÉTRICOS C.A. MONOFÁSICOS EM SÉRIE C.A. CONDENSADOR C.A. DE ANOS COLETORES C.A. EM CIRCUITO COM COMPENSADOR C.A. REPULSÃO - INDOÇÃO C.C. MISTOS (COMPOUND) MÁQUINAS A VAPOR
VENTILADORES HELICOIDAIS BOMBAS CENTRÍFUGAS AGITADORES PARA LÍQUIDOS COMPRESSORES CENTRÍFUGOS TRANSPORTADORES DE PACOTES VENTILADORES CENTRÍFUGOS (PEQUENOS) MÁQUINAS OPERATRIZES (PEQUENAS)	1,1	1,2
TRANSPORTADORES DE CINTAS EIXOS DE TRANSMISSÕES GERADORES PUNÇÔES, TESOURÕES E PRENSAS PNEUMÁTICAS EXAUSTORES MÁQUINAS OPERATRIZES (GRANDES) MÁQUINAS GRÁFICAS	1,2	1,4
MOINHOS DE MARTELOS PULVERIZADORES COMPRESSORES VENTILADORES CENTRÍFUGOS (GRANDES) BOMBAS DE PISTÕES TRANSPORTADORES DE RÔSCA (ESPIRAL) TRANSPORTADORES DE ARRABO MÁQUINAS PARA LAVRAR MADEIRA MÁQUINAS TÊXTEIS ELEVADORES DE CANEÇAS AMASSADORES E MÁQUINAS PARA CERÂMICA MÔS PARA INDÚSTRIA DE PAPEL	1,4	1,6
BRITADORES GIRATÓRIOS BRITADORES DE MANDÍBULAS BRITADORES DE ROLOS E DE CONES MOINHOS DE BOLAS MOINHOS DE PILÃO MISTURADORES DE BORRACHA CALANDRAS PARA BORRACHA LAVIADORES PARA METAIS TALHAS, GUINDASTES E ELEVADORES MÁQUINAS PARA MINERAÇÃO	1,6	1,8

## SELEÇÃO DO TIPO DE CORREIA



# CAPACIDADE EM HP POR CORREIA

$$\text{Velocidade da correia} = V = \pi d_1 n_1 = \pi d_2 n_2$$

$$V \leq 1500 \text{ m/min}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} d_2 = \text{diâmetro da polia movida [m]} \\ d_1 = \text{diâmetro da polia motora [m]} \\ n_2 = \text{rpm da polia movida} \\ n_1 = \text{rpm da polia motora} \end{array} \right.$$

$d_1$  em mm

$V$  em m/min

	PERFIL A							PERFIL B							PERFIL C							PERFIL D							PERFIL E						
$\frac{D_1}{V}$	65	75	85	95	105	115	≥125	115	125	135	145	155	165	≥175	180	205	230	240	255	280	≥305	280	305	330	355	380	405	≥430	460	485	510	560	610	660	≥710
300	0,5	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0	2,5	2,8	3,0	3,1	3,4	3,6	3,7	4,5	5,1	5,6	6,1	6,5	6,8	6,7	7,4	8,0	9,0	9,8	10,5	11,1
330	0,6	0,7	0,9	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,2	2,7	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,9	5,8	6,2	6,7	7,2	7,5	7,4	8,1	8,7	9,8	10,8	11,6	12,2
360	0,6	0,8	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,4	2,9	3,4	3,5	3,8	4,0	4,3	4,4	5,3	6,1	6,7	7,3	7,7	8,2	8,0	8,8	9,5	10,7	11,7	12,6	13,3
390	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,6	3,2	3,7	3,8	4,1	4,4	4,6	4,8	5,7	6,5	7,2	7,8	8,4	8,8	8,6	9,5	10,2	11,6	12,7	13,6	14,4
420	0,7	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,7	3,4	3,9	4,1	4,4	4,7	5,0	5,1	6,1	7,0	7,8	8,4	9,0	9,4	9,2	10,2	11,0	12,4	13,6	14,6	15,4
450	0,8	1,0	1,1	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,9	3,6	4,2	4,4	4,6	5,0	5,3	5,5	6,5	7,5	8,2	9,0	9,6	10,1	9,9	10,8	11,7	13,2	14,5	15,6	16,5
480	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	1,9	2,1	2,3	2,4	2,5	2,6	3,1	3,9	4,5	4,7	4,9	5,3	5,7	5,8	6,9	7,9	8,8	9,5	10,2	10,7	10,5	11,5	12,4	14,1	15,4	16,6	17,5
510	0,9	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7	2,0	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	3,3	4,1	4,7	4,9	5,3	5,6	6,0	6,1	7,3	8,4	9,3	10,1	10,8	11,4	11,0	12,1	13,1	14,9	16,3	17,5	18,6
540	0,9	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	2,9	3,4	4,3	5,0	5,2	5,5	5,9	6,3	6,4	7,7	8,8	9,8	10,6	11,3	12,0	11,6	12,8	13,8	15,7	17,2	18,5	19,6
570	0,9	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,3	2,5	2,6	2,8	3,0	3,1	3,6	4,5	5,2	5,5	5,8	6,2	6,6	6,7	8,0	9,2	10,3	11,1	11,9	12,6	12,2	13,4	14,5	16,4	18,0	19,4	20,6
600	1,0	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	1,9	2,4	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2	3,7	4,7	5,5	5,7	6,1	6,5	7,0	7,0	8,4	9,7	10,7	11,7	12,5	13,2	12,7	14,0	15,2	17,2	18,9	20,3	21,6
630	1,0	1,3	1,5	1,7	1,9	2,0	2,1	2,0	2,4	2,7	2,9	3,1	3,2	3,4	3,9	4,9	5,7	6,0	6,3	6,8	7,3	7,3	8,8	10,1	11,2	12,2	13,0	13,8	13,2	14,6	15,8	18,0	19,7	21,2	22,5
660	1,1	1,4	1,6	1,8	1,9	2,0	2,2	2,1	2,5	2,8	3,0	3,2	3,4	3,5	4,0	5,1	5,9	6,2	6,6	7,1	7,6	7,5	9,1	10,5	11,7	12,7	13,6	14,4	13,8	15,2	16,5	18,7	20,6	22,1	23,5
690	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,1	2,3	2,2	2,6	2,9	3,1	3,3	3,5	3,6	4,2	5,3	6,2	6,4	6,8	7,4	7,9	7,8	9,5	10,9	12,1	13,2	14,1	14,9	14,3	15,8	17,1	19,4	21,4	23,0	24,4
720	1,1	1,4	1,7	1,9	2,0	2,2	2,3	2,2	2,7	3,0	3,2	3,4	3,6	3,7	4,3	5,5	6,4	6,7	7,1	7,7	8,2	8,0	9,8	11,3	12,6	13,7	14,6	15,5	14,7	16,3	17,7	20,1	22,2	23,9	25,3
750	1,1	1,5	1,7	2,0	2,1	2,3	2,4	2,3	2,8	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,5	5,7	6,6	6,9	7,3	8,0	8,5	8,3	10,1	11,6	12,9	14,1	15,1	16,0	15,2	16,8	18,3	20,8	23,0	24,7	26,3
780	1,2	1,6	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,4	2,9	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,6	5,8	6,8	7,1	7,6	8,2	8,8	8,5	10,4	12,0	13,4	14,6	15,6	16,6	15,6	17,3	18,9	21,5	23,7	25,5	27,1
810	1,2	1,6	1,8	2,1	2,3	2,4	2,6	2,4	3,0	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,7	6,0	7,0	7,3	7,8	8,4	9,0	8,7	10,6	12,3	13,8	15,0	16,1	17,1	16,1	17,8	19,4	22,1	24,4	26,4	28,0
840	1,2	1,6	1,9	2,1	2,3	2,5	2,6	2,4	3,0	3,3	3,6	3,8	4,1	4,3	4,8	6,2	7,2	7,5	8,0	8,7	9,3	8,9	10,9	12,7	14,1	15,5	16,6	17,6	16,5	18,3	19,9	22,8	25,1	27,1	28,9
870	1,2	1,6	1,9	2,2	2,4	2,6	2,7	2,5	3,1	3,4	3,7	3,9	4,2	4,4	4,9	6,3	7,4	7,8	8,3	9,0	9,6	9,1	11,2	13,0	14,5	15,9	17,0	18,1	16,7	18,8	20,4	23,4	25,8	27,9	29,7
900	1,3	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	2,5	3,2	3,5	3,8	4,0	4,3	4,5	5,0	6,5	7,6	8,0	8,5	9,2	9,8	9,3	11,4	13,3	14,9	16,3	17,5	18,6	17,2	19,2	20,9	24,0	26,5	28,6	30,5
930	1,3	1,7	2,0	2,3	2,5	2,6	2,8	2,6	3,2	3,6	3,9	4,1	4,4	4,6	5,1	6,6	7,8	8,1	8,7	9,5	10,1	9,4	11,7	13,6	15,2	16,7	17,9	19,0	17,6	19,6	21,4	24,5	27,2	29,4	31,3
960	1,3	1,7	2,0	2,3	2,5	2,7	2,9	2,6	3,3	3,6	4,0	4,2	4,5	4,7	5,2	6,7	7,9	8,3	8,9	9,7	10,3	9,5	11,9	13,9	15,6	17,1	18,4	19,5	17,9	20,0	21,8	25,1	27,8	30,1	32,0
990	1,3	1,7	2,1	2,4	2,6	2,7	2,9	2,6	3,3	3,7	4,0	4,3	4,6	4,8	5,3	6,9	8,1	8,5	9,1	9,9	10,6	9,7	12,1	14,1	15,9	17,4	18,9	19,9	18,2	20,3	22,3	25,6	28,4	30,7	32,8
1020	1,3	1,8	2,1	2,4	2,7	2,8	3,0	2,6	3,4	3,7	4,1	4,4	4,7	4,9	5,3	7,0	8,3	8,7	9,3	10,1	10,8	9,8	12,2	14,4	16,2	17,7	19,1	20,3	18,5	20,7	22,6	26,1	29,0	31,4	33,5
1050	1,3	1,8	2,2	2,5	2,7	2,8	3,0	2,7	3,4	3,8	4,1	4,4	4,7	4,9	5,4	7,1	8,4	8,8	9,4	10,3	11,0	9,9	12,4	14,6	16,5	18,1	19,5	20,7	18,7	21,0	23,0	26,6	29,5	32,0	34,2
1080	1,2	1,8	2,2	2,5	2,7	2,9	3,1	2,7	3,4	3,8	4,2	4,5	4,8	5,0	5,4	7,2	8,5	9,0	9,6	10,5	11,2	9,9	12,6	14,8	16,7	18,4	19,8	21,1	18,9	21,3	23,4	27,0	30,0	32,6	34,8
1110	1,2	1,8	2,2	2,5	2,8	2,9	3,1	2,7	3,5	3,9	4,3	4,5	4,8	5,1	5,5	7,3	8,7	9,1	9,8	10,7	11,4	10,0	12,7	15,0	17,0	18,7	20,2	21,5	19,1	21,5	23,7	27,4	30,6	33,2	35,5
1140	1,2	1,8	2,2	2,5	2,8	3,0	3,2	2,7	3,5	3,9	4,3	4,6	4,9	5,2	5,5	7,4	8,8	9,3	9,9	10,9	11,6	10,1	12,8	15,2	17,2	18,9	20,4	22,2	19,3	21,7	24,0	27,8	31,0	33,7	36,1
1170	1,2	1,8	2,2	2,6	2,8	3,0	3,2	2,7	3,5	3,9	4,3	4,6	4,9	5,2	5,5	7,4	8,9	9,4	10,1	11,0	11,8	10,1	13,0	15,3	17,4	19,2	20,7	22,3	19,4	22,0	24,2	28,2	31,5	34,3	36,6
1200	1,2	1,8	2,2	2,6	2,8	3,0	3,3	2,7	3,5	4,0	4,4	4,7	5,0	5,3	5,6	7,5	9,0	9,5	10,2	11,2	12,0	10,1	13,0	15,5	17,6	19,4	21,0	22,5	19,5	22,1	24,5	28,5	31,9	34,7	37,2
1230	1,2	1,8	2,2	2,6	2,9	3,1	3,3	2,7	3,5	4,0	4,4	4,7	5,0	5,3	5,6	7,5	9,1	9,6	10,3	11,3	12,2	10,1	13,1	15,6	17,8	19,6	21,3	22,8	19,6	22,3	24,7	28,8	32,3	35,2	37,7
1260	1,2	1,8	2,2	2,6	2,9	3,1	3,3	2,6	3,5	4,0	4,4	4,7	5,1	5,4	5,6	7,6	9,2	9,7	10,4	11,5	12,3	10,0	13,1	15,7	17,9	19,8	21,5	23,0	19,7	22,4	24,9	29,1	32,6	35,6	38,2
1290	1,1	1,7	2,2	2,6	2,9	3,1	3,3	2,6	3,5	4,0	4,4	4,7	5,1	5,4	5,5	7,6	9,2	9,8	10,5	11,6	12,5	10,0	13,1	15,8	18,0	20,0	21,8	23,0	19,7	22,5	25,0	29,3	33,0	36,0	38,7
1320	1,1	1,7	2,2	2,6	2,9	3,2	3,4	2,6	3,5	4,0	4,4	4,8	5,1	5,4	5,5	7,6	9,3	9,8	10,6	11,7	12,6	9,9	13,1	15,8	18,1	20,1	21,9	23,3	19,6	22,5	25,1	29,5	33,3	36,4	

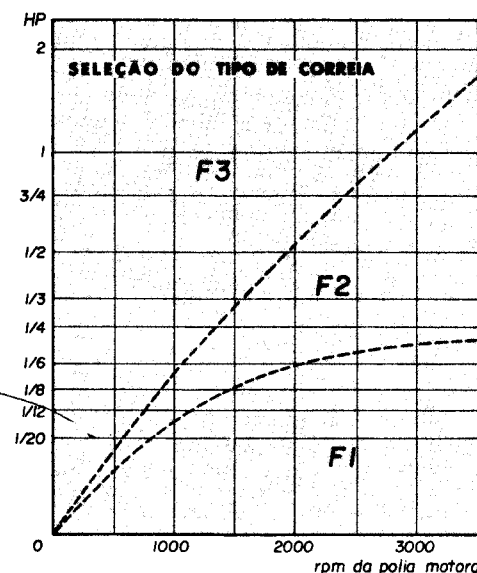
# CORREIAS-V

## SÉRIE FRACIONAL

As fórmulas são as mesmas das correias-V série industrial

### COMPRIMENTO NOMINAL

PERFIL F1		PERFIL F2		PERFIL F3	
Nº	mm	Nº	mm	Nº	mm
1110	262	2170	410	3250	600
1120	280	2180	435	3260	635
1130	315	2190	460	3270	659
1140	334	2200	486	3280	684
1150	364	2210	511	3290	709
1160	389	2220	537	3300	735
1170	415	2230	562	3310	760
1180	440	2240	587	3320	786
1190	465	2250	611	3330	811
1200	491	2260	636	3340	836
1210	516	2270	664	3350	863
1220	541	2280	689	3360	887
1230	567	2290	714	3370	913
1240	592	2300	740	3380	938
1250	618	2310	765	3390	963
1260	643	2320	791	3400	989
1270	669	2330	816	3410	1014
1280	694	2340	841	3420	1040
1290	719	2350	867	3430	1065
1300	745	2360	892	3440	1090
1310	770	2370	918	3450	1116
1320	796	2380	944	3460	1141
1330	821	2390	969	3470	1167
1340	846	2400	995	3480	1192
1350	872	2410	1019	3490	1217
1360	897	2420	1045	3500	1243
1370	923	2430	1070	3510	1268
1380	948	2440	1095	3520	1294
1390	973	2450	1121	3530	1319
1400	999	2460	1146	3540	1344
1410	1024	2470	1172	3550	1370
1420	1049	2480	1197	3560	1395
1430	1075	2490	1222	3570	1421
1440	1100	2500	1248	3580	1446
1450	1126	2510	1273	3590	1471
1460	1151	2520	1299	3600	1497
1470	1177	2530	1324	3610	1522
1480	1202	2540	1350	3620	1548
1490	1227	2550	1375	3630	1573
1500	1253	2560	1400	3640	1598
1510	1278	2570	1426	3650	1624
1520	1304	2580	1451	3660	1649
1530	1329	2590	1476	3670	1675
1540	1354	2600	1501	3680	1700
1550	1380	2610	1526	3690	1725
1560	1405	2620	1551	3700	1751
1570	1431	2630	1576	3710	1776
1580	1456	2640	1601	3720	1802
1590	1481	2650	1626	3730	1827
1600	1507	2660	1651	3740	1852
1610	1532	2670	1676	3750	1878
1620	1558	2680	1701	3760	1903
1630	1583	2690	1726	3770	1929
1640	1608	2700	1751	3780	1954
1650	1634	2710	1776	3790	1979
1660	1659	2720	1801	3800	2005
1670	1685	2730	1826	3810	2030
1680		2740	1851	3820	2056
1690		2750	1876	3830	2081
1700		2760	1901	3840	2106
1710		2770	1926	3850	2132
1720		2780	1951	3860	2157
1730		2790	1976	3870	2182
1740		2800	2001	3880	2208
1750		2810	2026	3890	2233
1760		2820	2051	3900	2258
1770		2830	2076	3910	2283
1780		2840	2101	3920	2309
1790		2850	2126	3930	2334
1800		2860	2151	3940	2359
1810		2870	2176	3950	2384
1820		2880	2201	3960	2409
1830		2890	2226	3970	2434
1840		2900	2251	3980	2459
1850		2910	2276	3990	2484
1860		2920	2301	4000	2509
1870		2930	2326		
1880		2940	2351		
1890		2950	2376		
1900		2960	2401		
1910		2970	2426		
1920		2980	2451		
1930		2990	2476		
1940		3000	2501		



HP POR CORREIA  $D_1$  = diâmetro da polia motora [mm]  $n_1$  = rpm da polia motora

		PERFIL F1										PERFIL F2										PERFIL F3											
$n_1$	$D_1$	35	45	55	65	75	85	95	105	115	125	50	60	70	80	90	100	115	130	145	160	70	80	90	100	110	120	135	150	165	180		
3450		0,08	0,14	0,44	0,74	1,04	1,17	—	—	—	—	0,56	1,00	1,44	1,84	2,24	—	—	—	—	—	1,34	2,00	2,60	3,32	—	—	—	—	—	—		
3000		0,07	0,12	0,38	0,64	0,92	1,01	1,11	—	—	—	0,49	0,87	1,25	1,60	1,95	—	—	—	—	—	1,17	1,74	2,26	2,89	—	—	—	—	—	—		
2875		0,07	0,12	0,37	0,63	0,88	0,97	1,07	1,23	—	—	0,47	0,83	1,20	1,53	1,87	2,27	—	—	—	—	1,12	1,67	2,17	2,77	3,37	—	—	—	—	—		
2400		0,04	0,10	0,31	0,53	0,74	0,81	0,89	1,03	1,18	—	0,39	0,70	1,00	1,28	1,56	1,89	2,17	2,42	—	—	0,93	1,39	1,81	2,31	2,81	3,33	3,60	3,92	—	—		
1800		0,04	0,07	0,23	0,40	0,55	0,61	0,67	0,77	0,89	1,00	0,29	0,52	0,75	0,96	1,17	1,42	1,63	1,82	2,00	—	0,70	1,04	1,34	1,73	2,11	2,42	2,70	2,95	3,04	—		
1725		0,03	0,07	0,22	0,38	0,53	0,58	0,64	0,74	0,85	0,96	0,28	0,50	0,72	0,92	1,12	1,36	1,56	1,74	1,92	2,08	0,67	1,00	1,30	1,66	2,02	2,32	2,59	2,83	2,93	3,07		
1500		—	0,06	0,19	0,33	0,46	0,50	0,56	0,64	0,74	0,83	0,24	0,43	0,63	0,80	0,97	1,18	1,36	1,51	1,67	1,81	0,58	0,87	1,13	1,44	1,76	2,02	2,25	2,46	2,55	2,67		
1440		—	0,06	0,18	0,32	0,44	0,48	0,53	0,62	0,71	0,80	0,23	0,42	0,60	0,76	0,93	1,14	1,30	1,45	1,60	1,74	0,56	0,83	1,09	1,39	1,69	1,94	2,16	2,36	2,45	2,54		
1200		—	—	—	0,15	0,36	0,37	0,41	0,45	0,51	0,59	0,67	—	0,35	0,50	0,64	0,78	0,95	1,09	1,21	1,34	1,45	0,47	0,70	0,90	1,15	1,41	1,61	1,80	1,97	2,04	2,14	
1150		—	—	—	0,15	0,35	0,37	0,41	0,45	0,51	0,57	0,64	—	0,33	0,48	0,61	0,75	0,91	1,04	1,16	1,28	1,39	0,45	0,67	0,87	1,11	1,35	1,55	1,73	1,89	1,95	2,05	
1000		—	—	—	—	0,22	0,31	0,34	0,37	0,43	0,49	0,56	—	—	0,42	0,53	0,65	0,79	0,90	1,01	1,11	1,21	0,39	0,58	0,75	0,96	1,16	1,34	1,50	1,64	1,70	1,78	
860		—	—	—	—	0,26	0,29	0,32	0,37	0,42	0,48	—	—	—	0,46	0,56	0,68	0,78	0,87	0,96	1,04	—	0,30	0,43	0,53	0,63	0,72	0,81	0,89	0,94	1,01	1,08	1,13
800		—	—	—	—	—	0,27	0,30	0,34	0,39	0,45	—	—	—	—	0,42	0,52	0,63	0,72	0,81	0,89	0,96	—	—	0,60	0,77	0,94	1,08	1,20	1,31	1,36	1,42	

### FATOR DE CORREÇÃO DO ARCO DE CONTACTO

DIFERENÇA DE DIÂMETROS NOMINAIS $d_2 - d_1$	ARCO DE CONTACTO SOBRE A POLIA MENOR (GRAUS)															
	90°	100°	110°	120°	125°	130°	135°	140°	145°	150°	155°	160°	165°	170°	175°	180°
	0,69	0,74	0,79	0,83	0,85	0,86	0,87	0,89	0,91	0,92	0,94	0,95	0,96	0,98	0,99	1,00
mm 25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
125	83	94	107	125	136	150	164	187	214	250	300	375	500	750	1500	3000
150	100	112	128	150	163	180	200	225	257	300	360	450	600	900	1800	3600
175	117	131	150	175	191	210	233	263	300	350	420	525	700	1050	2100	4200
200	133	150	172	200	218	240	277	300	343	400	480	600	800	1200	2400	4800
225	150	169	193	225	245	270	300	338	385	450	540	675	900	1350	2700	5400
250	167	187	214	250	273	300	333	375	429	500	600	750	1000	1500	3000	6000
275	183	207	236	275	300	330	367	413	472	550	660	825	1100	1650	3300	6600
300	200	225	257	300	327	360	400	450	515	600	720	900	1200	1800	3600	7200
325	217	244	278	325	355	390	433	488	558	650	780	975	1300	1950	3900	7800
350	223	263	300	350	382	420	467	525	600	700	840	1050	1400	2100	4200	8400
375	250	282	322	375	409	450	500	562	642	750	900	1122	1500	2250	4500	9000
400	267	300	343	400	436	480	533	600	686	800	960	1200	1600	2400	4800	9600
425	283	319	364	425	464	510	567	638	729	850	1010	1275	1700	2550	5100	10200
450	300	337	386	450	491	540	600	675	771	900	1040	1350	1800	2700	5400	10800
475	317	356	407	475	518	570	633	713	815	950	1140	1413	1900	2850	5700	11400
500	333	375	429	500	546	600	668	750	858	1000	1200	1500	2000	3000	6000	12000

### FATOR DE SERVIÇO

Acrescentar 1,2 ao fator de serviço nas transmissões com motores de explosão.

SERVIÇO LEVE		SERVIÇO PESADO	
TIPO DE MÁQUINA	FATOR	TIPO DE MÁQUINA	FATOR
MÁQUINAS DOMÉSTICAS DE LAVAR ROUPA ....	1,0	BOMBAS DE PISTÕES PARA POÇOS ..	1,5
MÁQUINAS DE LAVAR LOUÇA .....	1,1	COMPRESSORES .....	1,5
MÁQUINAS DOMÉSTICAS DE PASSAR ROUPA ...	1,1	FORJAS .....	

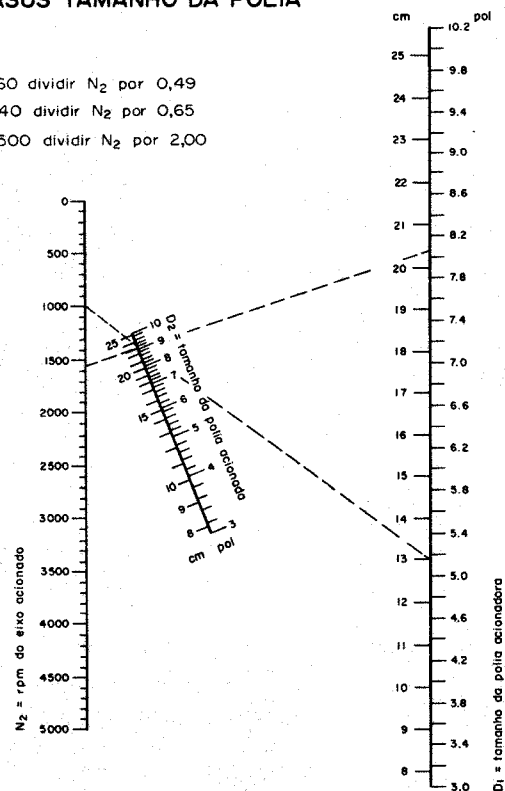
# ABACOS PARA POLIAS

## RPM VERSUS TAMANHO DA POLIA

Para  $N_1 = 860$  dividir  $N_2$  por 0,49

Para  $N_1 = 1140$  dividir  $N_2$  por 0,65

Para  $N_1 = 3500$  dividir  $N_2$  por 2,00



Este nomograma permite calcular rapidamente o tamanho de polia para ventiladores, compressores e outras máquinas, acionadas por correia em V. O gráfico é baseado em 1750 rpm, de um motor de indução típico de 4 polos, 60 Hz, usando a fórmula

$$N_2 = \frac{D_1}{D_2} N_1$$

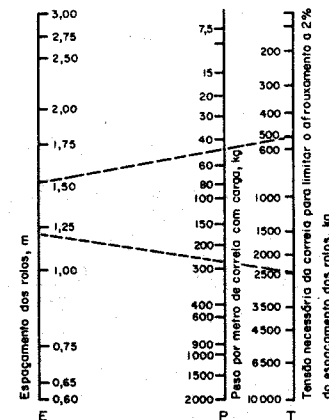
onde  $N_1$  = rpm do acionador;  $N_2$  = rpm do eixo acionado;  $D_1$  = diâmetro da polia acionadora;  $D_2$  = diâmetro da polia acionada.

Qualquer uma das variáveis pode ser calculada, colocando-se uma régua entre as duas outras, e lendo-se a resposta na escala apropriada. Utilizando-se multiplicadores, pode-se adaptar o nomograma a outras velocidades do acionador,  $N_1$ .

**Exemplo 1:** Para acionar uma determinada máquina a 1000 rpm, usando um motor de 1750 rpm com polia de 13 cm, qual o tamanho da polia acionada? Traçando uma linha entre  $N_2 = 1000$  e  $D_1 = 13$  cm encontraremos  $D_2 = 23$  cm.

**Exemplo 2:** Se trocarmos o motor para 1140 rpm, mas desejarmos manter a mesma rpm e a mesma polia do eixo acionado, qual o tamanho da polia acionadora que devemos usar? Dividindo 1000 por 0,65, temos 1540 rpm. Traçando uma reta entre  $N_2 = 1540$  rpm e  $D_2 = 23$  cm e prolongando-a, temos  $D_1 = 20,2$  cm.

## CONTROLE DO AFROUXAMENTO DAS CORREIAS TRANSPORTADORAS



Os problemas com afrouxamento de correias ocorrem mais frequentemente em transportadores, e devem ser evitados ou corrigidos tão prontamente quanto possível. Afrouxamento excessivo aumenta o desgaste da correia, devido à maior agitação do material transportado à medida que passa sobre ou entre os rolos. Além disso, afrouxamento excessivo exige mais força.

O limite de afrouxamento em qualquer ponto ao longo da correia varia com: espaçamento dos rolos; teor de tensão da correia naquele ponto; peso por metro linear da correia carregada. Pode-se reduzir o afrouxamento, diminuindo-se o espaço entre os rolos, ou aumentando a tensão da correia com a instalação de sensores.

Uma boa prática é limitar o afrouxamento a não mais do que 2% da distância entre os rolos, exceto onde a correia passa sob o avental-conduto carregador. Se o espaçamento entre os rolos for calculado sob os aventais for a metade daquele dos rolos logo adiante dos mesmos, o afrouxamento normalmente não será excessivo.

Este gráfico pode ser usado de duas maneiras: para determinar o espaçamento necessário para qualquer tensão da correia, ou para determinar a necessária tensão para diversos espaçamentos entre rolos, de modo a evitar afrouxamento acima de 2%. Se for aumentada qualquer tensão para reduzir o afrouxamento, esta tensão deverá ser acrescida em todas as tensões ao longo da correia.

**Exemplo 1:** Se o peso combinado da carga e da correia for de 280 kg por metro linear, e a tensão da mesma for de 2500 kg, qual deverá ser o espaçamento mínimo entre os rolos?

**Solução:** Traçar uma linha de 280 kg na escala P até 2500 kg na escala T, e prolongando-a até E. O espaçamento mínimo será então de 1,20 m.

**Exemplo 2:** Se o espaçamento dos rolos for de 1,50 m e o peso combinado da correia e carga for de 55 kg, qual a tensão necessária da correia para limitar o afrouxamento a 2% do espaçamento?

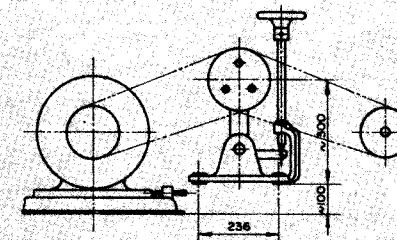
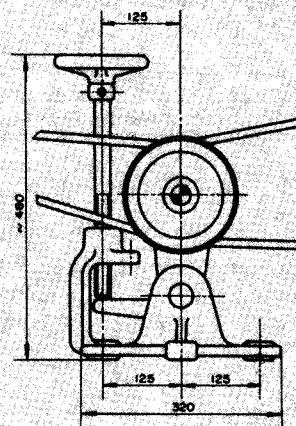
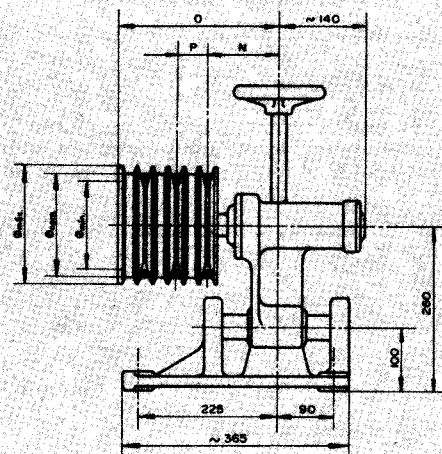
**Solução:** Alinhar 1,50 m na escala E com 55 kg na escala P, prolongando a linha até a escala T. Resposta: 500 kg.



# VARIADORES DE VELOCIDADE

Fabricação: Transmotécnica

## MODELOS 3B E 4B



Varição 1:1,7

$\phi_{máx.} = 186 \text{ mm}$

$\phi_{nom.} = 163 \text{ mm}$

$\phi_{mín.} = 140 \text{ mm}$

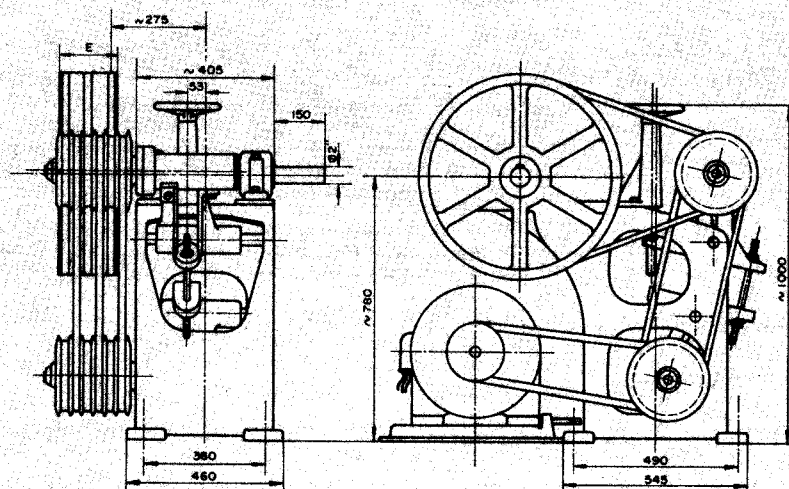
N = 120 mm

P = 48 mm

O = 260 (p/ 3B)

O = 308 (p/ 4B)

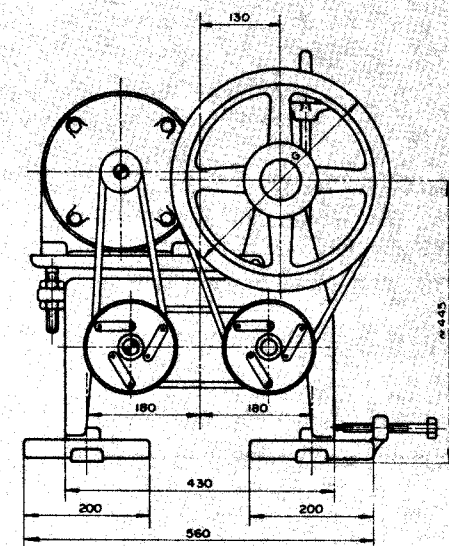
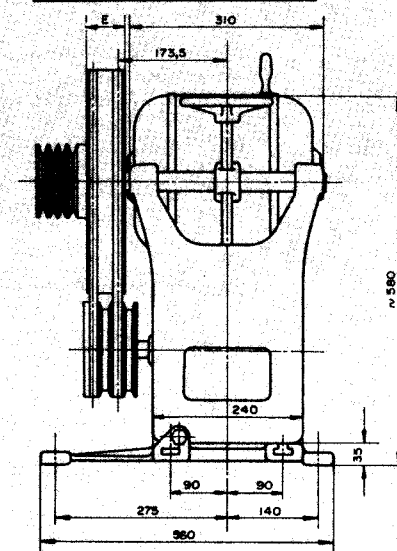
## MODELOS TT-15 E TT-20



TT-15 — correias 3C — E = 166 mm

TT-20 — correias 4C — E = 236 mm

## MODELOS TT-3 E TT-4



TT-3 — E = 63 mm — G = 123 mm ou 168 mm

TT-4 — E = 103 mm — G = 225 mm ou 355 mm

# CORREIAS PLANAS

## POTÊNCIA TRANSMITIDA

$$N = \frac{L n V (T - t)}{33 000} \quad [HP] \quad \left\{ \begin{array}{l} L = \text{face (largura) da correia (pol.)} \\ n = \text{número de dobras (espessura)} \\ V = \text{velocidade da correia (ft/min)} \end{array} \right.$$

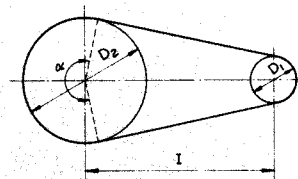
$T$  = tensão do lado tenso  
 $t$  = tensão do lado bambo  
em libras por dobra-polegada

## TENSÕES

$$\frac{T - T_c}{t - T_c} = e^{\mu \alpha} \quad \left\{ \begin{array}{l} T_c = \text{tensão centrífuga} = \frac{q v^2}{3 600 g} \quad (g = 32,2 \text{ ft/sec}^2) \\ \mu = \text{coeficiente de atrito} \\ \alpha = \text{arco de contato em radianos} \\ q = \text{peso da correia por pé de comprimento [lb/ft]} \end{array} \right.$$

## ARCO DE CONTATO

$$\alpha = 180^\circ - \frac{60 (D_2 - D_1)}{I} \quad \left\{ \begin{array}{l} D_2 = \text{diâmetro da polia maior (pol.)} \\ D_1 = \text{diâmetro da polia menor (pol.)} \\ I = \text{distância entre centros (pol.)} \end{array} \right.$$



## COMPRIMENTO DA CORREIA

$$\ell = 2 I + 1,57 (D_2 + D_1) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4 I}$$

## VIDA DE FLEXÃO EM SERVIÇO

$$\text{Vida de flexão em serviço} = \frac{k D_1^{5,35} \ell}{V^{0,5} E^{6,27} T^{4,12}}$$

$k$  = constante  $E$  = espessura da correia

Notar que aumentando  $D_1$  e  $\ell$  aumenta a vida e vice-versa, aumentando  $V$ ,  $E$  e  $T$ , diminui a vida e vice-versa.

## ESCOLHA DA CORREIA

A tabela abaixo indica os tipos de transmissões para os quais cada correia é particularmente indicada, de acordo com a GOOD-YEAR:

Correia	Serviço	Velocidade	Polia	HP	Compensação ao esticamento
tipo L	industrial intermitente agrícola leve	baixa	grande	baixo	média
Wingfoot	industrial geral	moderada	média	médio	média
Thor	industrial pesado	moderada alta	pequena	alto	pequena
Compass	qualquer	qualquer (especialmente alta)	pequena	alto	muito pequena

## FATOR DE SERVIÇO

- Serviço leve: 1,00  
Trabalho intermitente  
6 a 10 horas por dia
- Serviço normal: 1,10  
Trabalho de 10 a 16 horas por dia
- Serviço pesado: 1,20  
Trabalho de 16 a 24 horas por dia
- Serviço extra-pesado: 1,30  
Serviço contínuo de 24 horas por dia, 7 dias por semana. Frequentes arranques iniciais e cargas momentâneas acima de 200% do HP indicado na chapa do motor.

Arranque inicial e cargas momentâneas que não excedem de 150% do HP indicado na chapa do motor.

## PROPORÇÕES DAS CORREIAS PLANAS

Largura da correia (pol.)	Número de dobras	
	mín.	máx.
2	3	5
3	3	6
4	3	6
5	4	6
6	4	6
8	4	6
10	4	7
12	4	7
14	5	8

Largura da correia (pol.)	Número de dobras	
	mín.	máx.
16	5	8
18	5	8
20	5	9
22	5	9
24	6	10
26	6	10
30	6	11
36	7	12
42	7	12

## FATOR DE CORREÇÃO PARA O ARCO DE CONTATO

Arco de contato (graus)	Fator de correção
90	0,58
100	0,64
110	0,69
120	0,74
130	0,79
140	0,83
150	0,88
160	0,92
170	0,96
180	1,00

Arco de contato (graus)	Fator de correção
180	1,00
190	1,03
200	0,07
210	1,11
220	1,14
230	1,17
240	1,20
250	1,23
260	1,26
270	1,29

## DETERMINAÇÃO DA CORREIA

- Tendo-se a classe de serviço, determina-se o HP a ser transmitido multiplicando o fator de serviço pelo HP indicado no motor e escolhe-se o tipo de correia de acordo com o serviço.
- Tendo-se o diâmetro (pol.) e as rotações  $n$  (rpm) da polia menor, calcular-se a velocidade da correia em pés por minuto ( $V = 0,262 D_1 n$ ).
- Tendo-se a distância entre centros e os diâmetros das polias (pol.), calcular-se o arco de contato.
- Determina-se o fator de correção para o arco de contato encontrado.
- Determina-se a largura da correia sabendo-se que ela deverá ter 1" ou 2" a menos que a largura das polias. Divide-se o HP a ser transmitido pela largura da correia obtendo-se o HP por polegada de largura da correia com o arco de contato de 180°.
- Com a velocidade da correia e o diâmetro da polia menor entra-se nas tabelas da página seguinte para determinar o número de dobras previsto para a correia, obtendo-se várias respostas que satisfazem.
- Multiplicam-se os HP por pol. obtidos na tabela pelo fator de correção do arco encontrado no item 4, obtendo-se o HP corrigido. O número de dobras escolhido é aquele que indica um HP mais próximo do HP determinado no item 5, por excesso e compara-se com a tabela das proporções ao lado.
- Determina-se pela fórmula o comprimento mínimo da correia considerando o motor na posição média se houver trilha esticador.
- Diminui-se o resultado obtido de 1% para permitir que a correia trabalhe com a tensão inicial.
- Com estes cálculos tem-se o tipo, a largura, o número de dobras e o comprimento da correia.

# CAPACIDADE MÁXIMA DAS CORREIAS PLANAS

## CORREIAS TIPO "L"

(ARCO DE CONTATO = 180°, UNIDADE: HP POR POLEGADA DE LARGURA)

## CORREIAS "WINGFOOT"

Dobras	diâm. da polia menor pol.	Velocidade da correia (pés por minuto)															
		1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3500	4000			
3	3	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	1,0	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,4			
4	4	0,7	0,8	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9			
5	5	0,8	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2			
6	6	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,4	2,5			
8	8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3	2,4	2,7	2,9			
≥10	10	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,4	2,4	2,5	2,8	3,0			
3	4	0,7	0,8	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8			
4	6	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,6			
5	8	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	3,1	3,3			
6	10	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,5	2,7	2,8	3,0	3,1	3,5	3,8			
≥12	12	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,7	2,8	3,0	3,2	3,4	3,7	4,0			
3	6	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3			
4	8	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,6	2,7	3,0	3,1			
5	10	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	2,9	3,1	3,3	3,6	3,9			
6	12	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,7	2,9	3,2	3,4	3,6	3,8	4,1	4,5			
≥16	14	1,7	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,1	4,5	4,9			
3	8	1,1	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9			
4	10	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,6	2,8	3,0	3,2	3,3	3,6	3,8			
5	12	1,6	1,9	2,1	2,4	2,6	2,9	3,1	3,4	3,6	3,8	4,0	4,3	4,5			
6	14	1,8	2,1	2,4	2,7	2,9	3,2	3,5	3,8	4,0	4,2	4,4	4,9	5,3			
≥18	16	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,7	4,0	4,2	4,5	4,8	5,3	5,7			
≥20	18	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,4	4,7	5,0	5,5	6,0			
≥22	20	2,0	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,3	4,5	4,9	5,1	5,6	6,1			

Dobras	diâm. da polia menor	Velocidade da correia (pés por minuto)																	
		pol.	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000
3 dobras	3	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,4	1,1	
	4	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	2,0	2,1	2,2	2,2	2,2	2,0	
	5	0,9	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,1	2,2	2,3	2,5	2,7	2,8	3,0	3,0	2,9	
	6	1,1	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	3,1	3,3	3,5	3,7	3,8	3,7	
	8	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,8	4,1	4,4	4,7	4,8	4,9	
4 dobras	10	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4	3,6	3,7	4,2	4,5	4,9	5,2	5,4	5,5	
	≥12	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4	3,6	3,9	4,3	4,7	5,1	5,4	5,6	5,8	
	3	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,2	0,9
	4	0,9	1,0	1,1	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2	2,2	2,0	1,8	
	5	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,7	2,8	3,0	3,0	2,9	2,7	
5 dobras	6	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	2,8	2,9	3,2	3,4	3,6	3,7	3,7	3,9	
	8	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,2	4,5	4,8	5,0	5,1	5,1	
	10	1,8	2,1	2,4	2,7	2,9	3,2	3,4	3,7	3,9	4,1	4,4	4,8	5,2	5,6	5,9	6,1	6,2	
	12	1,8	2,2	2,5	2,9	3,2	3,5	3,8	4,0	4,3	4,5	4,8	5,3	5,8	6,3	6,6	6,8	7,0	
	14-16	1,8	2,2	2,6	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,7	5,1	5,6	6,2	6,6	7,0	7,3	7,5	
6 dobras	≥18	1,8	2,2	2,6	3,0	3,3	3,6	4,0	4,3	4,6	4,8	5,2	5,8	6,3	6,8	7,2	7,5	7,7	
	6	1,1	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9	3,0	3,0	2,9	2,6	
	8	1,6	1,8	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,1	4,4	4,6	4,8	4,8	4,7	
	10	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,6	3,8	4,1	4,3	4,6	5,0	5,5	5,8	6,1	6,2	6,3	
	12	2,1	2,4	2,8	3,1	3,5	3,9	4,1	4,4	4,7	5,0	5,3	5,8	6,4	6,9	7,2	7,4	7,5	
7 dobras	14	2,2	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,5	4,8	5,2	5,5	5,8	6,4	7,0	7,5	7,9	8,2	8,4	
	16-20	2,2	2,7	3,1	3,5	4,0	4,4	4,7	5,1	5,5	5,8	6,2	6,9	7,5	8,1	8,6	8,9	9,1	
	≥22	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0	6,5	7,3	8,0	8,6	9,0	9,3	9,6	
	8	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,2	3,4	3,7	3,9	4,0	4,0	3,9	3,5	
	10	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	3,9	4,2	4,4	4,6	5,1	5,4	5,7	5,8	5,8	5,7	
8 dobras	12	2,3	2,7	3,0	3,4	3,7	4,1	4,4	4,7	4,9	5,2	5,5	6,1	6,6	7,0	7,3	7,5	7,5	
	14	2,5	2,9	3,3	3,7	4,1	4,5	4,8	5,2	5,5	5,8	6,2	6,8	7,4	8,0	8,4	8,6	8,7	
	16	2,7	3,1	3,6	4,0	4,4	4,9	5,2	5,6	6,0	6,4	6,7	7,4	8,1	8,6	9,1	9,4	9,6	
	18	2,7	3,2	3,7	4,2	4,6	5,1	5,5	5,9	6,3	6,7	7,0	7,8	8,5	9,2	9,7	10,0	10,2	
	20-24	2,7	3,2	3,8	4,3	4,8	5,3	5,7	6,2	6,6	7,0	7,5	8,3	9,1	9,8	10,4	10,8	11,0	
9 dobras	≥26	2,7	3,2	3,8	4,3	4,8	5,3	5,8	6,3	6,8	7,2	7,7	8,6	9,4	10,2	10,8	11,2	11,5	
	12	2,0	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,8	4,1	4,3	4,6	4,8	5,2	5,6	5,8	5,9	5,9	5,7	
	14	2,5	2,9	3,3	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1	5,4	5,7	6,0	6,6	7,1	7,5	7,9	8,0	7,9	
	16	2,8	3,3	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,1	6,5	6,8	7,5	8,1	8,6	9,1	9,3	9,4	
	18	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	5,9	6,3	6,7	7,1	7,5	8,3	9,0	9,6	10,2	10,5	10,6	
10 dobras	20	3,2	3,8	4,3	4,8	5,3	5,8	6,2	6,7	7,1	7,5	7,9	8,8	9,6	10,3	10,9	11,3	11,4	
	22-24	3,2	3,9	4,4	4,9	5,4	6,0	6,4	6,9	7,3	7,7	8,2	9,1	10,0	10,7	11,4	11,7	12,0	
	26-32	3,2	3,9	4,5	5,1	5,6	6,2	6,7	7,2	7,7	8,2	8,7	9,7	10,6	11,4	12,1	12,5	12,9	
	≥34	3,2	3,9	4,5	5,1	5,6	6,2	6,8	7,4	7,9	8,4	9,0	10,0	11,0	11,9	12,6	13,1	13,4	
	16	2,5	2,9	3,3	3,7	4,0	4,4	4,7	5,1	5,4	5,7	6,0	6,5	7,0	7,3	7,6	7,6	7,4	
11 dobras	18	2,9	3,4	3,9	4,3	4,8	5,2	5,6	6,0	6,4	6,8	7,1	7,9	8,5	9,0	9,4	9,5	9,4	
	20	3,2	3,7	4,3	4,8	5,3	5,8	6,3	6,7	7,1	7,6	8,0	8,8	9,6	10,2	10,7	10,9	11,0	
	22	3,5	4,1	4,7	5,2	5,8	6,3	6,8	7,2	7,7	8,1	8,6	9,5	10,3	11,0	11,6	11,9	12,1	
	24	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,1	7,6	8,1	8,6	9,0	10,1	11,0	11,8	12,4	12,8	13,0	
	26-28	3,6	4,3	5,0	5,7	6,3	6,9	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,6	11,5	12,4	13,1	13,6	13,9	
12 dobras	30-34	3,6	4,4	5,1	5,8	6,5	7,1	7,7	8,3	8,8	9,4	10,0	11,1	12,1	13,0	13,8	14,3	14,7	
	≥36	3,6	4,4	5,1	5,8	6,5	7,1	7,8	8,4	9,1	9,6	10,3	11,4	12,5	13,5	14,3	14,8	15,3	
	22	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,5	6,0	6,4	6,8	7,1	7,5	8,3	8,9	9,4	9,7	9,8	9,7	
	24	3,5	4,1	4,7	5,2	5,8	6,3	6,8	7,3	7,8	8,2	8,6	9,5	10,3	10,9	11,5	11,7	11,8	
	26	3,8	4,4	5,0	5,7	6,3	6,9	7,4	8,0	8,5	9,0	9,4	10,5	11,4	12,1	12,8	13,1	13,3	
13 dobras	28	4,1	4,7	5,4	6,1	6,7	7,3	7,9	8,5	9,0	9,6	10,1	11,2	12,2	13,0	13,8	14,2	14,5	
	30-32	4,1	4,9	5,7	6,4	7,1	7,8	8,4	9,0	9,6	10,1	10,7	11,8	12,9	13,9	14,7	15,1	15,5	
	34-38	4,1	4,9	5,7	6,5	7,3	8,0	8,7	9,3	10,0	10,6	11,2	12,5	13,7	14,7	15,5	16,0	16,5	
	≥40	4,1	4,9	5,7	6,5	7,3	8,0	8,8	9,5	10,2	20,9	11,6	12,6	12,9	14,1	15,2	16,1	16,7	
	28	3,7	4,4	5,0	5,6	6,2	6,7	7,3	7,8	8,2	8,7	9,1	10,1	10,9	11,5	12,0	12,2	12,2	
14 dobras	30	4,3	5,0	5,8	6,4	7,1	7,7	8,3	8,9	9,5	10,1	10,6	11,7	12,8	13,5	14,2	14,6	14,9	
	32	4,5	5,3	6,1	6,9	7,6	8,3	9,0	9,7	10,3	10,9	11,5	12,7	13,8	14,8	15,7	16,2	16,4	
	34	4,5	5,4	6,2	7,0	7,8	8,6	9,3	10,0	10,6	11,2	11,9	13,2	14,4	15,5	16,4	17,0	17,3	
	36-38	4,5	5,5	6,4	7,2	7,1	8,9	9,6	10,3	11,0	11,6	12,3	13,7	15,0	16,1	17,0	17,7	18,1	
	40-42	4,5	5,5	6,4	7,2	7,1	8,9	9,7	10,4	11,1	11,8	12,5	13,9	15,2	16,4	17,3	17,9	18,4	
≥44	4,5	5,5	6,4	7,2	7,1	8,9	9,8	10,6	11,4	12,1	12,9	14,4	15,7	16,9	17,9	18,6	19,1		

## CORREIAS "THOR" (Tecido de algodão)

(Para correias de tecido de Rayon somar 10%).

(ARCO DE CONTATO = 180°, UNIDADE : HP POR POLEGADA DE LARGURA)

diâm. da polia menor	Velocidade da correia (pés por minuto)															
pol.	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3500	4000	4500	5000	6000

### 3 dobras

3	0,72	0,83	0,95	1,05	1,15	1,25	1,34	1,43	1,51	1,59	1,66	1,77	1,84	1,86	1,82	1,72	1,48
4	1,03	1,19	1,036	1,52	1,66	1,82	1,97	2,10	2,23	2,36	2,47	2,71	2,89	3,03	3,09	3,09	3,00
5	1,21	1,40	1,61	1,79	1,97	2,15	2,33	2,49	2,64	2,81	2,95	3,25	3,51	3,71	3,85	3,90	3,86
6	1,36	1,59	1,82	2,03	2,22	2,43	2,63	2,82	3,00	3,19	3,37	3,73	4,03	4,31	4,48	4,60	4,62
8	1,50	1,79	2,06	2,30	2,52	2,77	2,99	3,21	3,42	3,63	3,84	4,27	4,64	4,97	5,26	5,42	5,52
≥10	1,50	1,79	2,07	2,37	2,65	2,93	3,20	3,46	3,70	3,94	4,18	4,66	5,07	5,46	5,77	6,00	6,15

### 4 dobras

4	0,97	1,1	1,3	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5	2,6	2,5	2,4	2,1
5	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6	2,8	2,9	3,1	3,4	3,6	3,8	3,8	3,6	3,6
6	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,3	3,5	3,8	4,2	4,4	4,5	4,6	4,5
8	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,1	4,3	4,8	5,2	5,4	5,8	5,9	5,9
10	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	3,8	4,1	4,4	4,7	4,9	5,5	5,9	6,3	6,6	6,8	7,0
12	2,0	2,4	2,8	3,1	3,5	3,8	4,2	4,5	4,8	5,0	5,3	5,9	6,4	6,9	7,3	7,5	7,7
≥14	2,0	2,4	2,8	3,1	3,5	3,9	4,3	4,6	5,0	5,3	5,7	6,3	6,9	7,4	7,8	8,1	8,4

### 5 dobras

5	1,2	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9	3,0	2,9	2,7	2,3
6	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,1	3,3	3,5	3,8	4,0	4,2	4,2	4,1	3,8
8	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	3,8	4,1	4,3	4,5	4,9	5,3	5,6	5,8	5,9	5,8
10	2,2	2,6	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,8	5,1	5,3	5,9	6,4	6,7	7,0	7,2	7,2
12	2,4	2,8	3,2	3,5	3,9	4,3	4,6	5,0	5,3	5,6	5,9	6,5	7,1	7,6	8,0	8,2	8,4
14	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	4,9	5,3	5,6	6,0	6,4	7,1	7,7	8,3	8,7	9,0	9,2
16-20	2,5	3,0	3,5	4,0	4,4	4,9	5,2	5,6	6,0	6,4	6,8	7,6	8,3	8,9	9,4	9,8	10,0
≥22	2,5	3,0	3,5	4,0	4,4	4,9	5,4	5,8	6,2	6,6	7,1	7,8	8,6	9,3	9,8	10,2	10,4

### 6 dobras

8	1,7	2,0	2,3	2,6	2,8	3,1	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,4	4,7	4,9	4,9	4,8	4,4
10	2,3	2,7	3,1	3,4	3,8	4,1	4,4	4,7	5,0	5,2	5,5	6,0	6,5	6,8	7,1	7,2	7,1
12	2,6	3,0	3,5	3,9	4,3	4,6	5,0	5,4	5,7	6,0	6,3	7,0	7,6	8,1	8,4	8,6	8,6
14	2,8	3,3	3,7	4,2	4,6	5,1	5,5	5,9	6,3	6,6	7,0	7,7	8,4	9,0	9,4	9,7	9,8
16	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	5,9	6,3	6,7	7,1	7,5	8,3	9,1	9,7	10,2	10,5	10,7
18	3,0	3,6	4,1	4,6	5,2	5,7	6,1	6,6	7,0	7,4	7,8	8,7	9,5	10,1	10,7	11,0	11,3
20-26	3,0	3,6	4,2	4,8	5,3	5,9	6,3	6,8	7,3	7,7	8,1	9,1	9,9	10,6	11,2	11,6	11,9
≥28	3,0	3,6	4,2	4,8	5,3	5,9	6,3	6,8	7,4	7,8	8,2	9,3	10,3	11,0	11,7	12,2	12,6

### 7 dobras

10	2,1	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,2	4,4	4,7	4,9	5,3	5,6	5,8	5,8	5,7	5,3
12	2,6	3,0	3,4	3,8	4,2	4,6	4,9	5,2	5,6	5,9	6,2	6,8	7,3	7,7	8,0	8,1	7,9
14	2,9	3,5	4,0	4,4	4,9	5,3	5,7	6,1	6,4	6,8	7,2	7,9	8,5	9,0	9,3	9,5	9,6
16	3,2	3,7	4,2	4,7	5,2	5,7	6,1	6,6	7,0	7,4	7,8	8,6	9,4	10,0	10,5	10,7	10,8
18	3,5	4,0	4,6	5,1	5,6	6,1	6,6	7,0	7,5	7,9	8,3	9,2	10,0	10,7	11,2	11,6	11,8
20	3,5	4,1	4,7	5,3	5,8	6,4	6,9	7,4	7,8	8,3	8,8	9,7	10,6	11,3	11,9	12,3	12,6
22	3,5	4,1	4,8	5,4	6,0	6,6	7,1	7,6	8,1	8,6	9,1	10,1	11,0	11,8	12,5	12,8	13,1
24-30	3,5	4,2	4,9	5,5	6,2	6,8	7,4	7,9	8,5	9,0	9,5	10,6	11,6	12,5	13,2	13,6	13,9
≥32	3,5	4,2	4,9	5,5	6,2	6,8	7,5	8,1	8,6	9,2	9,9	11,0	12,1	12,9	13,7	14,2	14,6

Velocidade da correia (pés por minuto)																	
diâm. da polia menor  pol.	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400	2600	2800	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000

### 8 dobras

14	2,6	3,1	3,5	3,9	4,3	4,7	5,0	5,4	5,7	6,0	6,3	6,9	7,4	7,7	7,8	7,8	7,6
16	3,1	3,7	4,2	4,7	5,2	5,7	6,1	6,5	7,0	7,3	7,7	8,5	9,1	9,6	9,9	10,1	10,0
18	3,5	4,1	4,7	5,2	5,8	6,3	6,8	7,3	7,8	8,2	8,6	9,5	10,3	11,0	11,5	11,7	11,8
20	3,7	4,3	5,0	5,5	6,2	6,7	7,3	7,8	8,3	8,8	9,2	10,3	11,1	11,8	12,4	12,6	12,7
22	3,9	4,5	5,2	5,8	6,5	7,1	7,6	8,2	8,7	9,2	9,7	10,9	11,7	12,6	13,2	13,6	13,8
24	4,0	4,7	5,4	6,1	6,7	7,4	7,9	8,5	9,0	9,6	10,1	11,2	12,2	13,1	13,8	14,2	14,5
26	4,0	4,8	5,5	6,2	6,9	7,6	8,2	8,8	9,4	9,9	10,4	11,6	12,6	13,5	14,3	14,7	15,1
28-34	4,0	4,8	5,6	6,3	7,1	7,8	8,4	9,0	9,7	10,3	10,9	12,1	13,2	14,2	15,0	15,5	15,9
≥36	4,0	4,8	5,6	6,3	7,1	7,8	8,5	9,2	9,9	10,6	11,3	12,5	13,8	14,8	15,7	16,3	16,7

### 9 dobras

18	3,1	3,6	4,2	4,7	5,2	5,6	6,1	6,5	6,9	7,3	7,6	8,3	8,9	9,3	9,6	9,6	9,3
20	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,5	7,1	7,5	8,0	8,4	8,8	9,8	10,5	11,1	11,5	11,6	11,5
22	4,0	4,6	5,3	5,9	6,5	7,1	7,7	8,2	8,7	9,2	9,7	10,7	11,6	12,3	12,9	13,1	13,3
24	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0	7,6	8,2	8,9	9,4	9,9	10,4	11,5	12,4	13,2	13,9	14,2	14,4
26	4,3	5,1	5,8	6,5	7,2	7,9	8,5	9,1	9,7	10,3	10,8	12,0	13,0	13,9	14,6	15,0	15,2
28	4,5	5,2	6,0	6,7	7,5	8,2	8,8	9,4	10,0	10,6	11,2	12,4	13,5	14,4	15,2	15,7	16,0
30	4,5	5,3	6,1	6,9	7,7	8,4	9,1	9,7	10,4	11,0	11,6	12,9	14,0	15,0	15,8	16,3	16,7
32-40	4,5	5,4	6,3	7,1	8,0	8,7	9,4	10,2	10,8	11,5	12,2	13,5	14,7	15,9	16,8	17,4	17,9
≥42	4,5	5,4	6,3	7,1	8,0	8,8	9,6	10,4	11,2	11,9	12,6	14,1	15,5	16,5	17,6	18,2	18,8

### 10 dobras

24	3,8	4,4	5,0	5,6	6,2	6,8	7,3	7,7	8,2	8,7	9,1	10,0	10,8	11,4	11,8	11,9	11,6
26	4,2	5,0	5,6	6,3	6,9	7,6	8,1	8,7	9,2	9,8	10,3	11,4	12,3	13,0	13,6	13,8	13,8
28	4,6	5,4	6,2	6,9	7,6	8,3	9,0	9,6	10,2	10,8	11,4	12,6	13,6	14,5	15,2	15,6	15,7
30	4,9	5,8	6,5	7,3	8,0	8,8	9,5	10,1	10,8	11,4	12,1	13,4	14,6	15,6	16,4	16,9	17,1
32	5,0	5,9	6,7	7,5	8,3	9,1	9,8	10,5	11,2	11,8	12,4	13,8	15,0	16,0	16,9	17,4	17,7
34	5,0	6,0	6,9	7,7	8,5	9,3	10,1	10,8	11,5	12,2	12,8	14,3	15,5	16,5	17,4	18,0	18,4
36-42	5,0	6,0	7,0	7,9	8,8	9,7	10,4	11,2	12,0	12,7	13,4	14,9	16,2	17,4	18,4	19,0	19,5
≥48	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	9,8	10,8	11,7	12,5	13,3	14,1	15,7	17,2	18,5	19,6	20,3	20,9

### 12 dobras

40	4.9	5.7	6.6	7.3	8.1	8.8	9.5	10.1	10.7	11.3	11.9	13.1	14.2	15.0	15.6	15.8	15.7
42	5.5	6.3	7.2	8.1	8.9	9.8	10.6	11.3	12.0	12.7	13.4	14.9	16.2	17.2	18.0	18.5	18.6
44	5.9	6.8	7.8	8.8	9.6	10.5	11.4	12.2	13.0	13.7	14.5	16.0	17.5	18.6	19.7	20.2	20.5
46	6.0	7.1	8.2	9.2	10.2	11.2	12.0	12.9	13.7	14.5	15.3	17.0	18.5	19.7	20.9	21.6	22.0
48-52	6.0	7.2	8.4	9.6	10.7	11.7	12.9	13.8	14.7	15.6	16.3	18.2	19.8	21.2	22.3	23.1	23.8
≥54	6.0	7.2	8.4	9.6	10.7	11.7	13.0	14.0	15.0	15.9	16.9	18.9	20.7	22.2	23.5	24.4	25.1

# CATRACAS

FIG. 1  
Catraca com tranqueta comprimida.

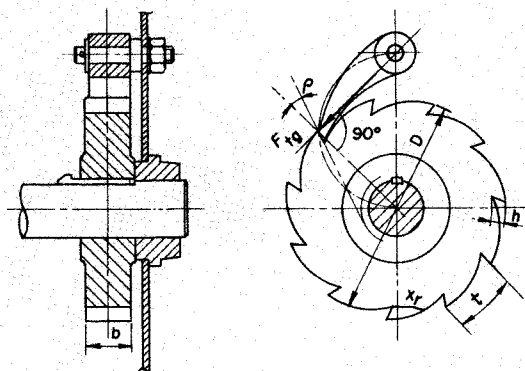


FIG. 2  
Catraca com tranqueta tracionada.

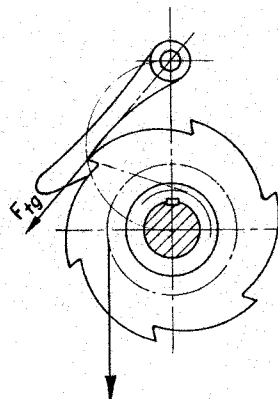


FIG. 3  
Catraca com 2 tranquetas.  
curso = 1/2

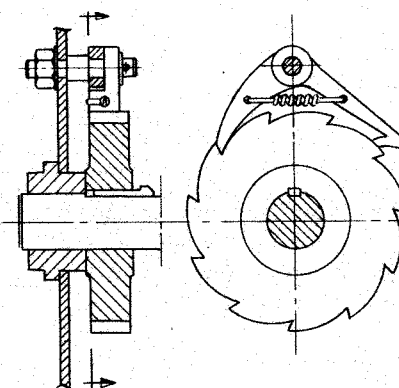
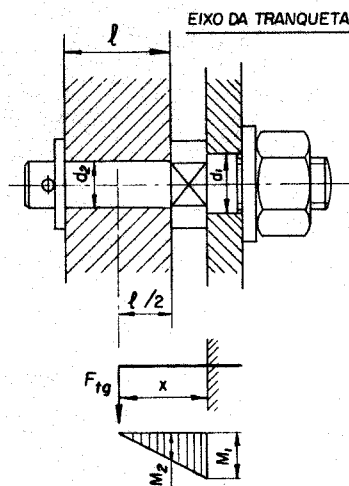
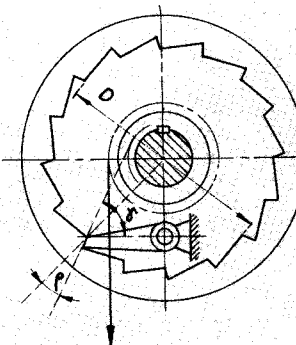


FIG. 4  
Catraca interna  
 $\delta \approx 60^\circ$   $\rho \approx 15^\circ$



A tranqueta é acionada pelo próprio pêso no caso das fig. 1, 2, 4, é acionada por uma mola na figura 3, e por um dispositivo na fig. 5.  
 $z = n^\circ$  de dentes =  $6 \div 20$ ,  $t$  = passo,  $D$  = diâmetro externo  $\approx zt/\pi$ ,  $h \approx 8 \div 25$  mm,  $b = (0,5 \div 1)t$  (roda de ferro fund.),  $b = (0,3 \div 0,5)t$  (aço)

Pressão máx. na tranqueta  $\begin{cases} p = 50 \div 100 \text{ kg/cm}^2 \text{ (roda de ferro fund.)} \\ p = 150 \div 300 \text{ kg/cm}^2 \text{ (roda de aço)} \end{cases}$

Dente  $\left\{ \begin{array}{l} \text{esforço sobre a tranqueta: } F_{tg} = bhp \text{ [kg]} \\ \text{momento sobre o dente: } M = F_{tg} h \text{ [kg-cm]} \\ \text{plano mais provável de ruptura: } x_r \approx (0,5 \div 0,8) t \\ \text{módulo: } W = \frac{b x_r^2}{6} \end{array} \right.$

Eixo da tranqueta  $\left\{ \begin{array}{l} \sigma_f = \frac{M}{W} \leq \begin{cases} 100 \div 300 \text{ kg/cm}^2 \text{ para ferro fund.} \\ 400 \div 800 \text{ kg/cm}^2 \text{ para aço} \end{cases} \\ \text{momento fletor: } M = F_{tg} x \text{ [kg-cm]}, \quad W = \frac{\pi d^3}{32} \\ \sigma_f = \frac{M}{W} \leq 600 \text{ kg/cm}^2 \quad p = \frac{F_{tg}}{d_2 l} \leq 600 \div 800 \text{ kg/cm}^2 \end{array} \right.$

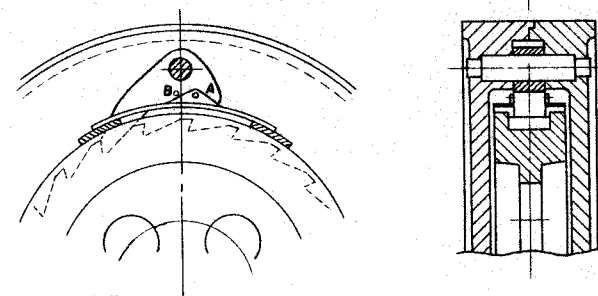
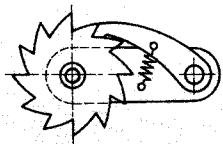


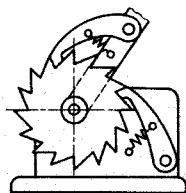
FIG. 5

Catraca com dispositivo para levantar ou baixar a tranqueta dependendo do sentido de rotação.

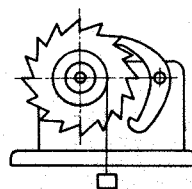
Ex.: no sentido anti-horário a tranqueta é levantada pelo arraste da sapata basculante cujo pino A passa a ocupar a posição B.



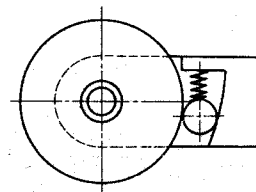
Catraca direcional de dente



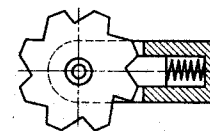
Dispositivo de engate por garras



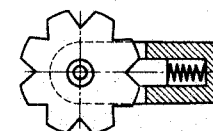
Dispositivo de alívio com comando de oscilação



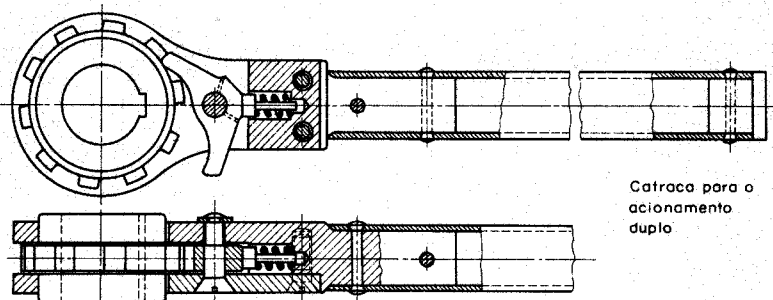
Catraca direcional de travamento



Catraca limitadora assimétrica

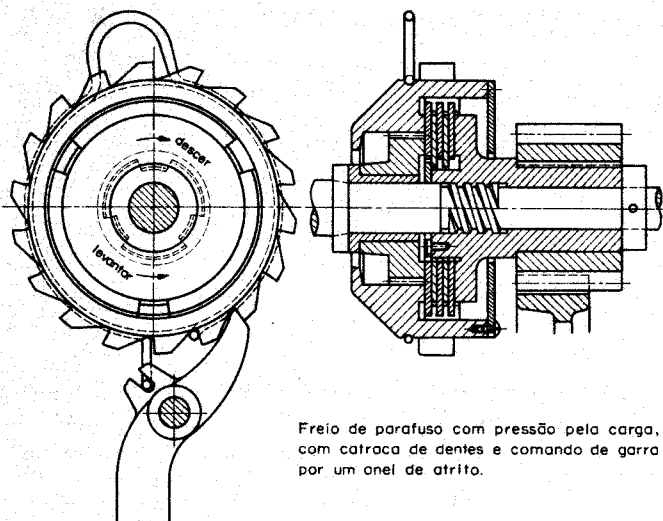
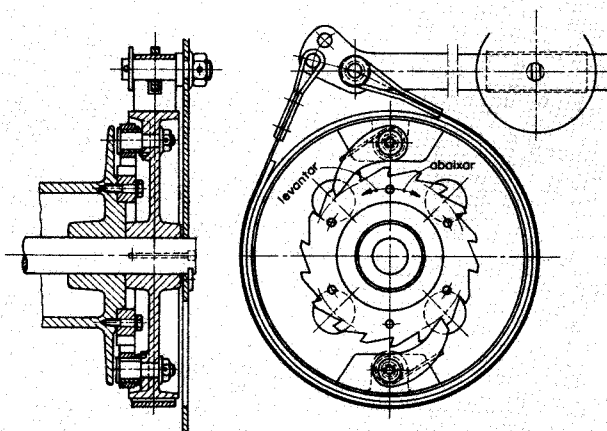


Catraca limitadora simétrica

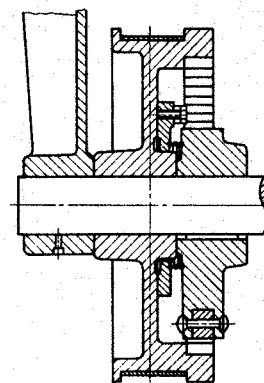
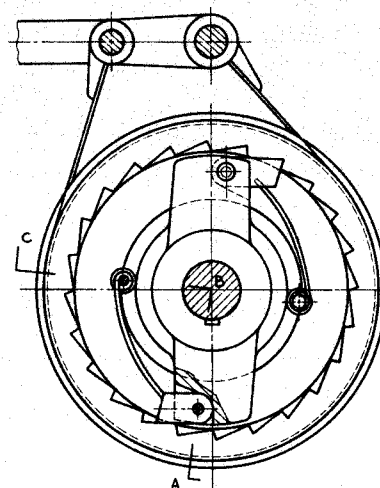


Catraca para o acionamento duplo

Freio de catraca de um enrolador manual de cabo

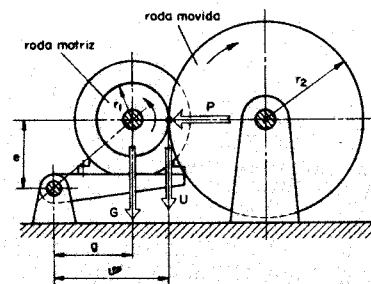
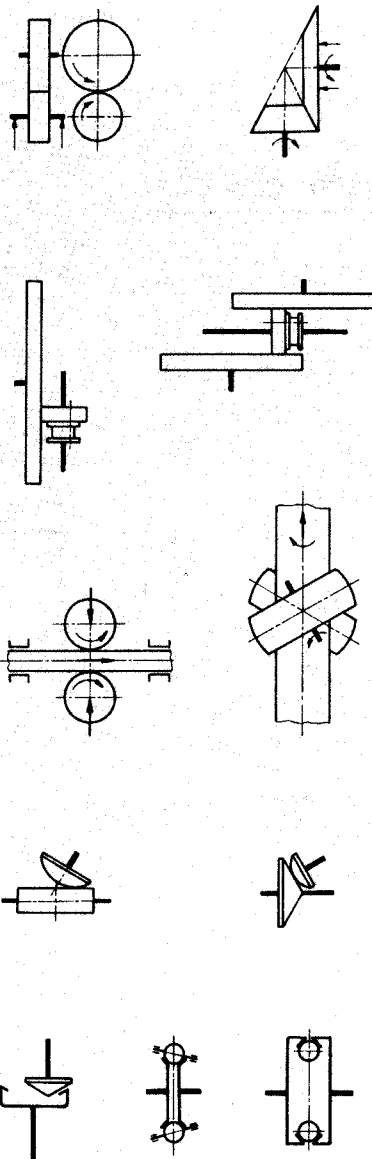


Freio de parafuso com pressão pela carga, com catraca de dentes e comando de garra por um anel de atrito.



Freio de catraca com engrenamento interno na roda e com garras comandadas.

# RODAS DE ATRITO

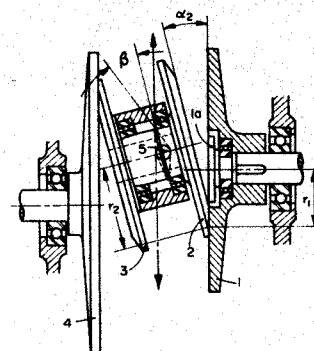


## RODAS DE ATRITO CILÍNDRICAS

Com auto-pré-compressão

Força de compressão

$$P = \frac{Uu + Gg}{e}$$

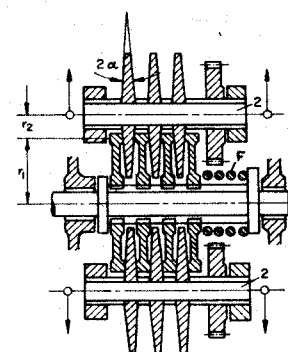


## TRANSMISSÃO VARIÁVEL COM DISCOS PLANOS E CÔNICOS

Disco livre 5 e automático de compressão com esfera 5 nas cavidades cônicas (ângulo de inclinação  $\beta$ ) na distância  $g$  do eixo de rotação.

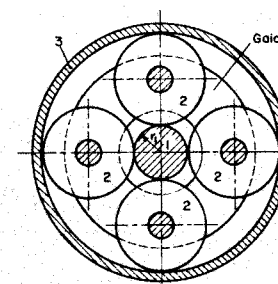
$$\text{Força axial } A = \frac{U r_2}{a \operatorname{tg} \beta}$$

$$\text{Força de compressão } P = \frac{A}{\cos \alpha_2}$$



## TRANSMISSÃO VARIÁVEL COM DISPOSIÇÃO PARALELA DE DISCOS DE PEQUENA CONICIDADE (SISTEMA BEIER)

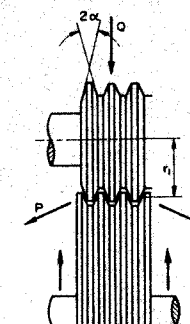
A mola  $F$  força as lamelas. A regulação é feita através do deslocamento dos eixos 2. Para associação de aço temperado/aço temperado lubrificado a óleo pode-se ter  $2\alpha \approx 7^\circ$



## RODAS DE ATRITO CILÍNDRICAS COMO TRANSMISSÃO PLANETÁRIA

As forças nos mancais são eliminadas bem como a compressão, devido à dimensão menor do anel externo 3.

A saída da transmissão é na gaiola ou no anel externo.

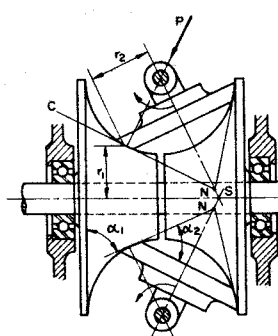


## RODAS DE ATRITO COM RANHURAS CÔNICAS

A força transversal  $Q$  é diminuída:

$$Q = z P \operatorname{sen} \alpha$$

Número de associações  $z=6$ .



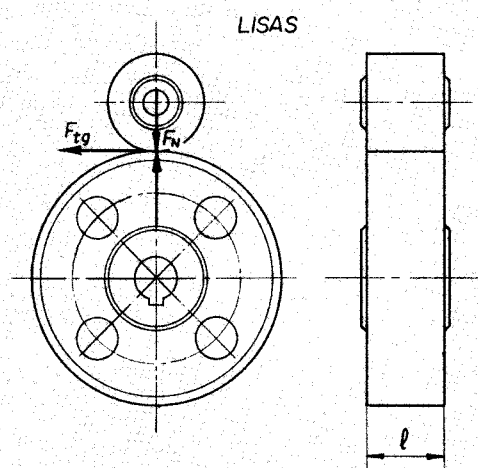
## TRANSMISSÃO VARIÁVEL DE ACORDO COM O SISTEMA GERDES E ARTER

Fornece um escorregamento forçado muito pequeno, devido somente ao fato de discordarem um pouco o ponto de cruzamento  $S$  dos eixos e o ponto de cruzamento das tangentes  $N$  de contato.

$F_N$  = força de aderência  
 $F_{tg}$  = força tangencial

$\mu$  = coeficiente de atrito

## TIPO CILÍNDRICAS

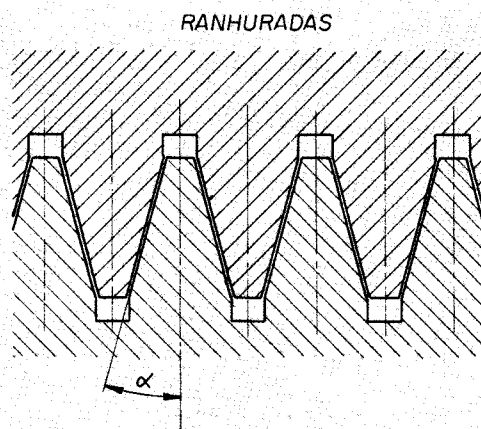


$$F_N \geq \frac{F_{tg}}{\mu} \quad l \leq 10 \text{ cm}$$

Carga (kg) admissível por cm de faixa :

$$F_{tg} \begin{cases} \text{aconselhável} = 15 \text{ kg} \\ \text{máximo} = 25 \text{ kg} \end{cases}$$

$$F_N \begin{cases} \text{aconselhável} = 100 \text{ kg} \\ \text{máximo} = 130 \text{ kg} \end{cases}$$



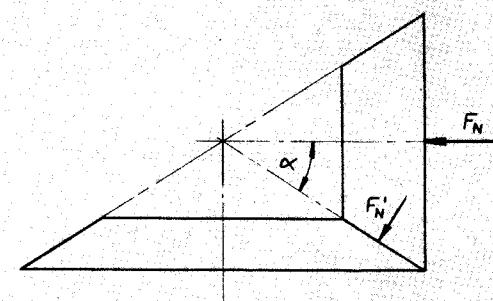
$$\alpha = 15^\circ \quad F_N \geq F_{tg} \frac{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}{\mu}$$

Carga (kg) admissível por ranhura :

$$F_{tg} \begin{cases} \text{aconselhável} = 30 \text{ kg} \\ \text{máximo} = 40 \text{ kg} \end{cases}$$

$$F_N \begin{cases} \text{aconselhável} = 75 \text{ kg} \\ \text{máximo} = 100 \text{ kg} \end{cases}$$

## TIPO CÔNICAS

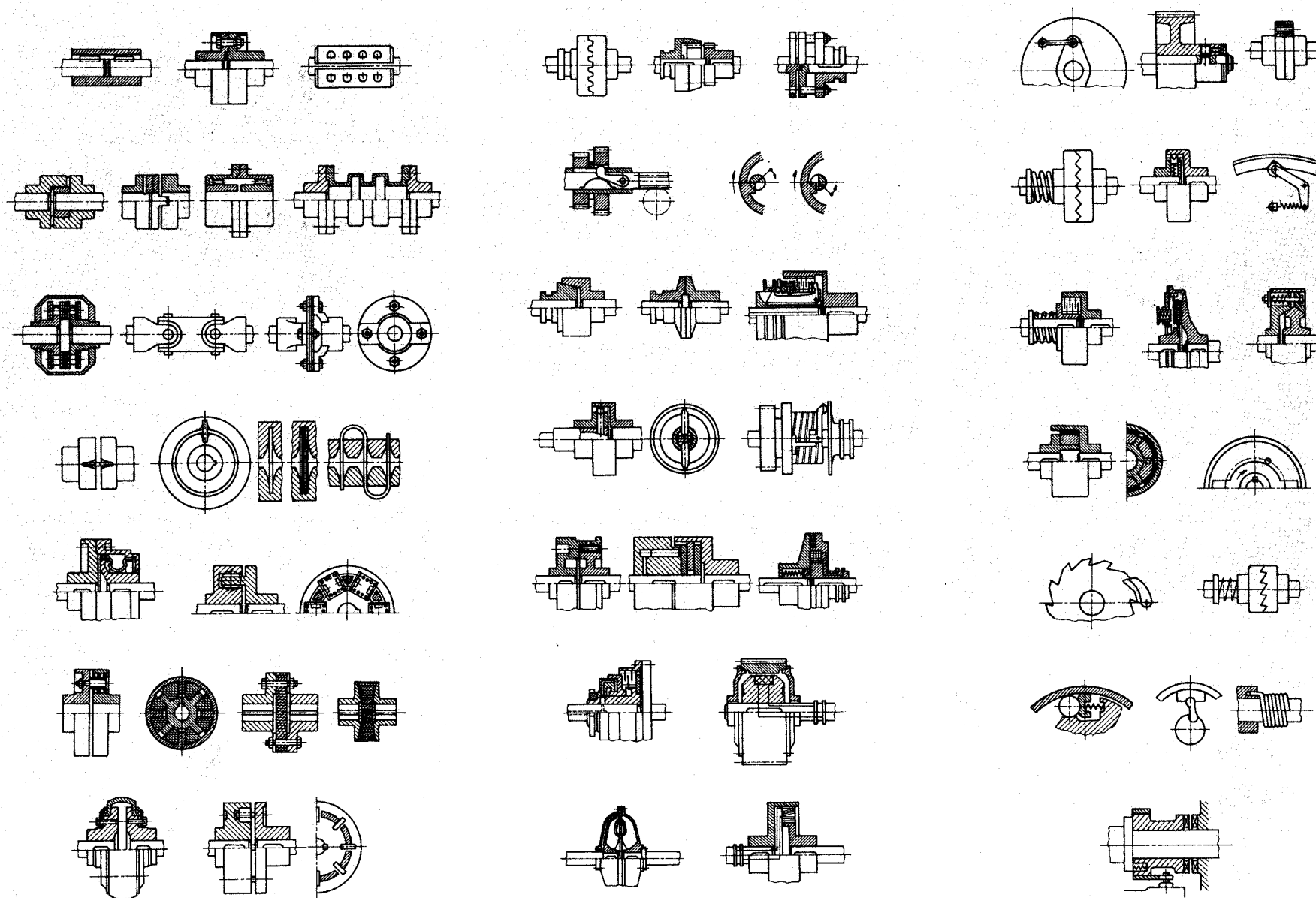


$$F_N = \frac{F_{tg} (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)}{\mu}$$

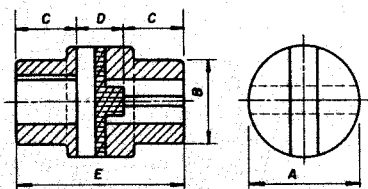
relação de transmissão		1:2	1:3	1:4	1:5	1:6
ângulo $\alpha$		27°	18°	14°	11°	10°
esforço (kg) por cm de faixa	P	20	20	20	20	20
	$F'_N$	100	100	100	100	100
	$F_N$	108	80	66	59	56



# JUNTAS E ACOPLAMENTOS

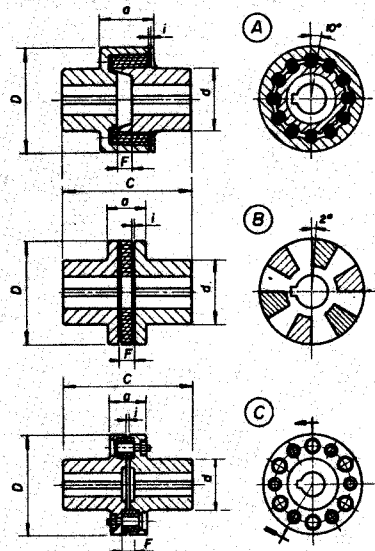


### JUNTA ELÁSTICA ZARA



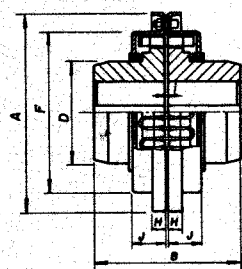
TIPO	FURO	A	B	C	D	E	HP 100 rpm
1 Z	12	35	25	18	12	48	1,2
2 Z	20	45	35	25	25	75	2
3 Z	25	65	45	35	30	100	2,5
4 Z	30	88	65	45	40	130	3,5
5 Z	40	100	85	60	45	165	6
6 Z	50	120	105	75	55	205	12
7 Z	60	150	130	85	65	235	19
8 Z	75	170	150	105	80	290	30

### JUNTA ELÁSTICA TRANSMOTÉCNICA



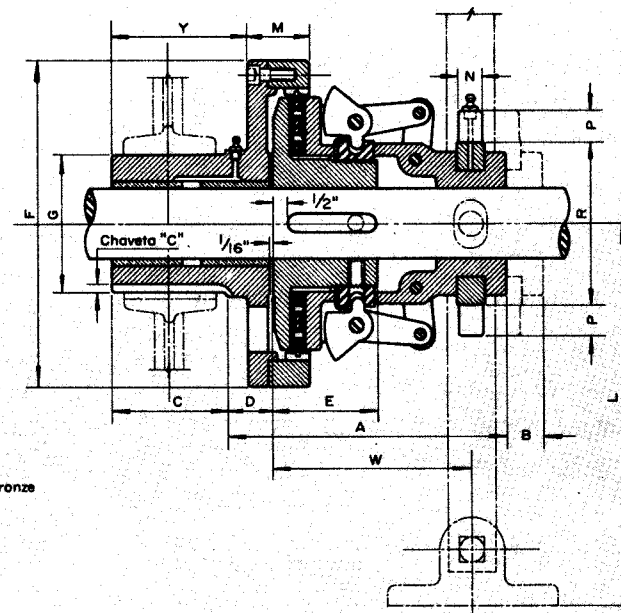
TIPO	FURO	d	D	C	a	F	i
A-3	24-35	60	100	122	55	2	1
A-4	29-45	77	130	171	71	19	2
A-5	32-54	96	160	200	85	20	2
A-6	46-70	121	200	262	105	22	2
A-7	50-89	155	260	335	140	25	3
A-8	75-120	180	300	367	166	27	6
B-1	-18	35	60	67	27	11	1
B-2	15-25,4	46	70	85	34	13	2
B-3	19-36	65	115	126	46	18	2
B-4	28-48	88	155	147	48	19	3
C-1	-19,1	35	72	101	25	10	1
C-2	-28	50	85	122	30	10	2
C-3	28-36	65	110	149	43	15	3
C-4	35-47	85	140	184	48	16	4
C-5	38-62	110	172	224	52	16	4
C-6	48-77	140	212	285	57	15	5
C-7	54-95	172	260	355	75	15	5
C-8	68-115	210	310	398	96	18	6
C-9	95-140	255	370	474	130	30	14
C-10	130-170	300	500	672	172	32	14

### JUNTA ELÁSTICA FALK



TIPO	FURO	A	B	D	F	H	J	i
3F	7/16 - 1	3 3/4	3 3/8	1 9/16	2 1/2	9/16	7/8	1/8
4F	5/8 - 1 1/4	4 1/8	4 3/8	1 5/8	2 3/4	9/16	1 1/8	1/8
5F	5/8 - 1 1/2	4 1/2	4 3/8	2 1/8	3 1/4	9/16	1 1/8	1/8
6F	23/32 - 1 5/8	5	4 3/8	2 1/2	3 1/2	9/16	1 1/8	1/8
7F	27/32 - 1 7/8	5 5/8	4 3/8	2 5/8	4 1/4	9/16	1 1/8	1/8
8F	27/32 - 2 1/8	7 1/8	6 1/8	3 3/8	5 1/4	9/16	1 3/8	1/8
9F	1,24 - 2 3/8	7 3/8	6 3/8	3 13/16	5 25/32	9/16	1 3/8	1/8
10F	1,48 - 2 7/8	8 1/4	7 1/8	4 1/2	6 13/32	9/16	1 5/8	3/16
11F	1,48 - 3 1/4	8 25/32	7 11/16	4 5/8	7 1/8	9/16	1 29/32	3/16
12F	1,90 - 3 1/2	9 1/16	7 13/16	5 3/8	7 5/8	1 1/16	1 15/16	3/16
13F	1,90 - 4	10 15/16	7 5/8	6 1/8	9 1/16	1 1/16	1 15/16	3/16

### EMBREAGEM OU FRICÇÃO

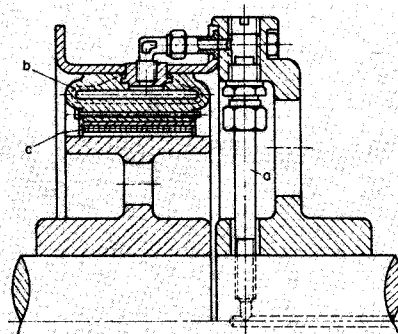


Tipo "A" → Sem bucha  
Tipo "B" → Com bucha de bronze

Dimensões em polegada

Nº	Diâmetro do eixo		G		Chaveta "C"	
	mínimo	máximo	tipo "A"	tipo "B"	tipo "A"	tipo "B"
6 1/2 A 6 1/2 B	15/16	1 1/2	2 3/16 2 3/16 2 11/16	2 3/16 2 11/16 2 11/16	1/2 x 1/8 1/2 x 1/8 5/8 x 3/16	1/2 x 1/8 5/8 x 3/16 5/8 x 3/16
8 A 8 B	1 1/4	2	2 15/16 2 15/16 3 3/16	2 15/16 3 11/16 3 11/16	3/4 x 1/4 3/4 x 1/4 7/8 x 3/16	3/4 x 1/4 7/8 x 3/16 7/8 x 3/16
10 A 10 B	1 1/2	2 1/2	3 3/16 3 11/16	3 11/16 4 3/16	3/4 x 1/4 7/8 x 3/16	7/8 x 3/16 1 x 1/4
12 A 12 B	1 3/4	3	3 7/16 4 3/16 4 3/16	4 3/16 4 3/16 4 15/16	7/8 x 3/16 1 x 1/4 1 x 1/4	1 x 1/4 1 x 1/4 1 1/4 x 1/4
14 A 14 B	2 1/4	3 1/2	4 3/16 4 15/16 4 15/16	4 15/16 4 15/16 5 3/4	1 x 1/4 1 1/4 x 1/4 1 1/4 x 1/4	1 1/4 x 1/4 1 1/4 x 1/4 1 1/2 x 1/4
16 A 16 B	2 1/4	4	4 15/16 4 15/16 5 3/4	4 15/16 5 3/4 6 1/4	1 1/4 x 1/4 1 1/4 x 1/4 1 1/2 x 1/4	1 1/4 x 1/4 1 1/4 x 1/4 1 1/2 x 1/4

Nº	A	B	C	D	E	F	L	M	N	P	R	W	Y
6 1/2	6 11/16	7 7/8	2 1/4	1 1/16	2 11/16	6 1/2	9 3/4	1 1/2	5/8	3/4	3 1/2	4 13/16	2 3/4
8	7 15/16	1 1/8	3 1/4	1 3/16	2 15/16	8	10 3/4	1 11/16	3/4	7/8	4 1/4	5 9/16	3 7/8
10	8 1/2	1 1/8	4	1 5/16	3 3/16	10	11 3/4	1 7/8	3/4	15/16	5	6 1/16	4 5/8
12	9 7/16	1 3/16	5	1 7/16	3 5/8	12	12	2 1/8	3/4	15/16	5 1/2	7 1/16	5 5/8
14	10 15/16	1 1/4	6	1 7/16	3 13/16	13 3/4	13	2 1/8	7/8	7/8	6 3/8	8 3/16	6 5/8
16	11 1/16	1 3/8	7	1 9/16	3 11/16	15 5/8	14 1/2	2 1/4	7/8	1	6 7/8	8 1/4	7 3/4

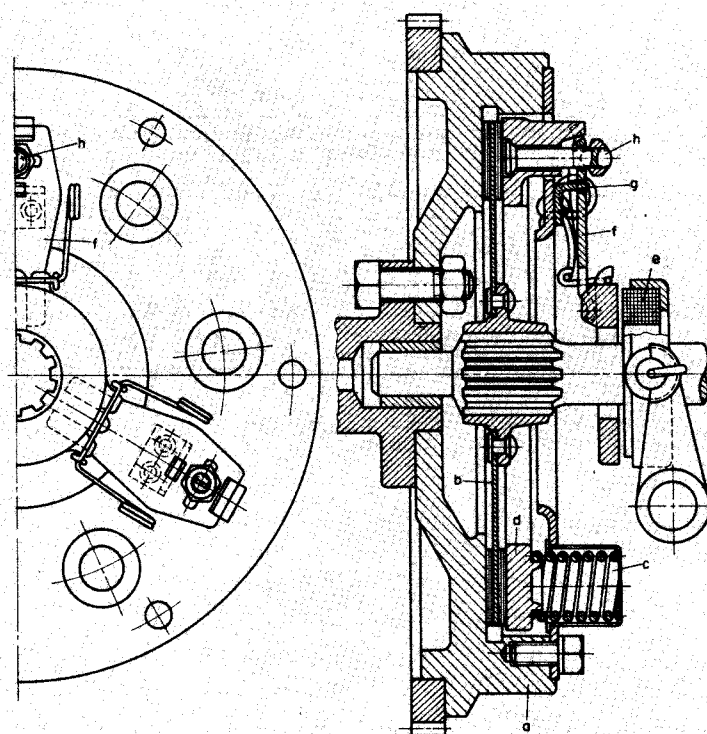
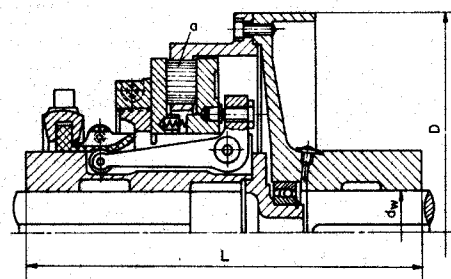


#### ACOPLAMENTO POR ATRITO ELÁSTICO

A compressão da lona de atrito *c* é feita contra o tambor de atrito *b* radialmente por meio de ar comprimido na mangueira *d*. A alimentação de ar comprimido provém do eixo *g*. Um ajuste posterior para compensar o desgaste é desnecessário neste acoplamento.

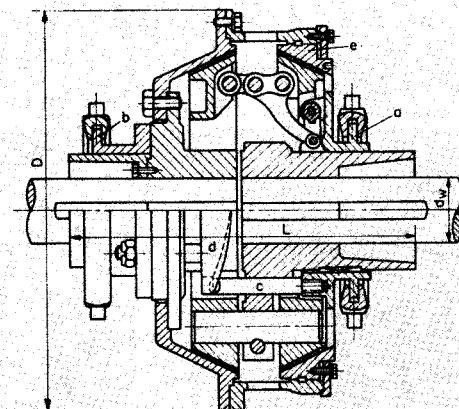
#### ACOPLAMENTO DE DISCO COM CASTANHAS DE ATRITO

As castanhas de atrito *g*, quando desgastadas, podem ser facilmente desmontadas. Para o alívio estão previstas molas helicoidais; o ajuste posterior da força de atrito é feito pela rotação da porca anular e a centragem da ponta do eixo, pelo rolamento.



#### ACOPLAMENTO DE DISCO PARA AUTOVEÍCULOS

O disco de atrito *b* é comprimido axialmente através do disco de compressão *d* por meio das molas *c* sobre o volante *g*. Com o deslocamento do anel de grafite *e* para a esquerda, o acoplamento é aliviado e a alavanca *f*, que se apoia sobre a cantoneira *g*, descomprime o disco através dos pinos *h*. A ponta de eixo é centrada por uma bucha de escorregamento.

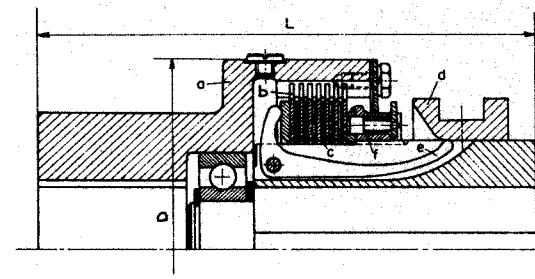


#### ACOPLAMENTO DUPLAMENTE CÔNICO

Serve, ao mesmo tempo, de acoplamento de segurança. Ultrapassando-se o momento de torção pré-fixado, ele desengata pelo movimento relativo dos filetes do parafuso *g* que desloca o pino chanfrado *c*.

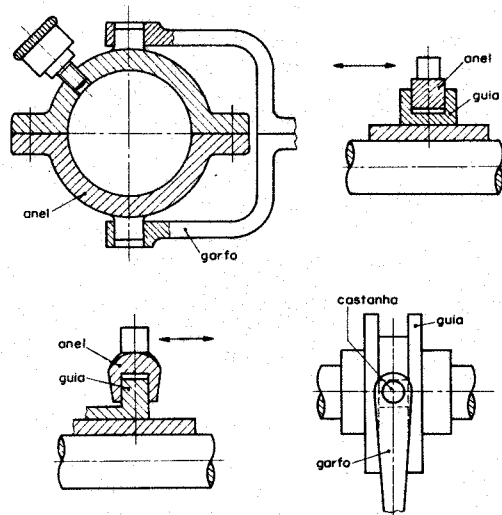
#### ACOPLAMENTO DE LAMELAS

A cobertura *g* e o cubo têm rasgos para a adaptação das lamelas de aço temperadas *b* e *c*. A compressão é feita pelo deslocamento da guia de engate *d* e as alavancas angulares *e* comprimem, assim, o pacote de lamelas. A separação das lamelas é feita com o recuo da guia de engate por meio do molejo próprio das lamelas opostas e onduladas.

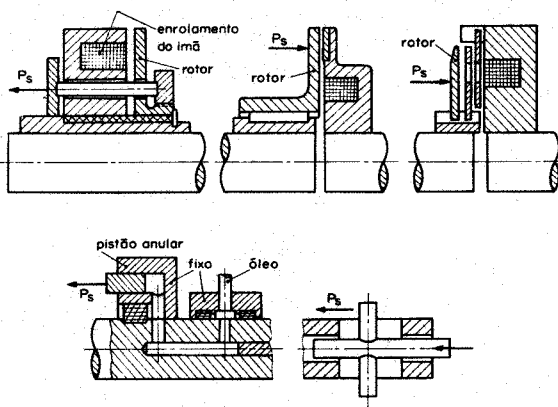


# COMANDOS DE ENGATE DOS ACOPLAMENTOS

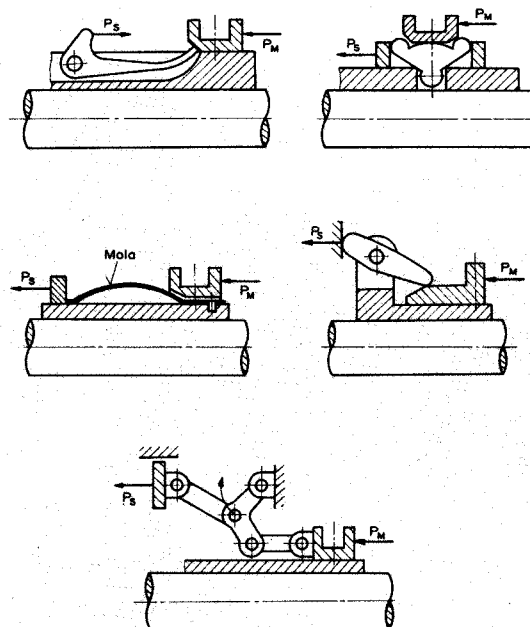
Ligação entre a guia do engate com a alavanca



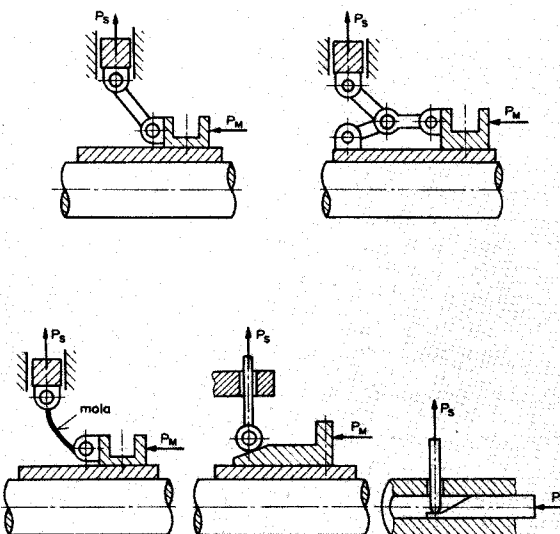
Força axial do engate  $P_s$ , magnética, hidráulica, mecânica.



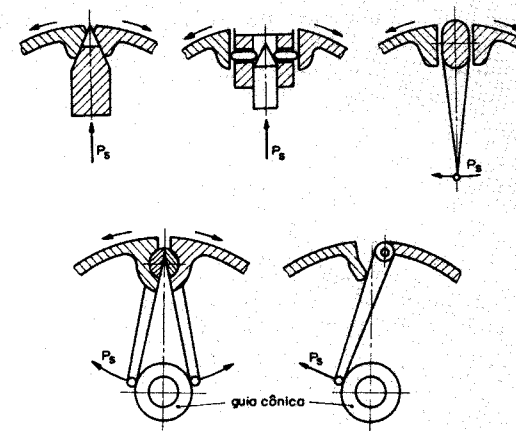
Força axial de engate  $P_s$ , guia aliviada na posição do ponto morto.



Força axial de engate  $P_s$ , guia aliviada na posição do ponto morto.



Força tangencial de engate.



# FREIOS

$F$  = força sobre os elementos de comando [kg]

$F_N$  = força normal contra a superfície de atrito [kg]

$F_{tg} = T - t =$  força tangencial  $= \frac{2Mt}{D}$  [kg]

$h$  = deslocamento de  $F$  [cm]

$\delta$  = deslocamento de  $F_N = (0,02 \div 0,2)$  cm

$M_T = 71620 \frac{N}{n} =$  momento torçor [kg cm]

$S$  = superfície de fricção [cm<sup>2</sup>]

$s$  = desgaste máx. da superf. de fricção [cm]

$D$  = diâmetro da superfície de fricção [cm]

$b$  = largura da sapata ou da fita [cm]

$\mu$  = coeficiente de atrito

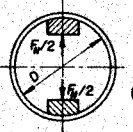
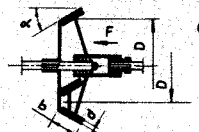
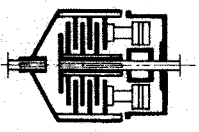

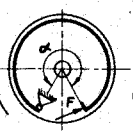
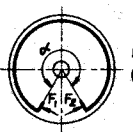
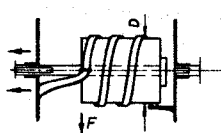
$e^{\mu\alpha}$  (vide MECÂNICA APLICADA neste prontuário)

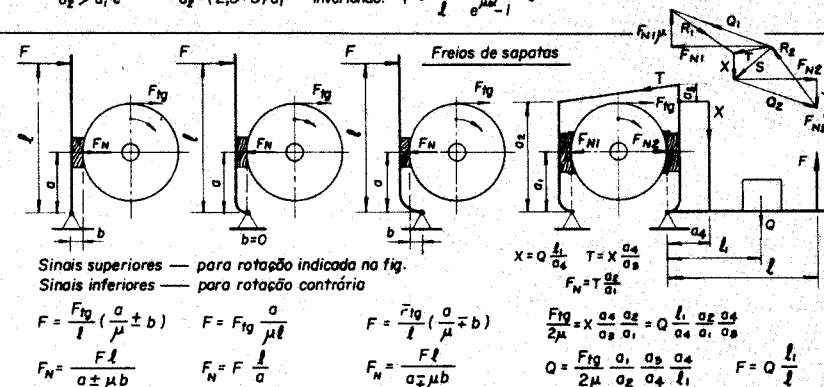
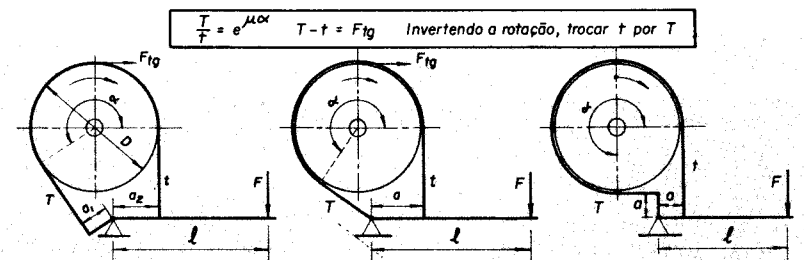
$\varphi$  = ângulo de atrito ( $\tan \varphi = \mu$ )

$\alpha$  = ângulo de abraçamento [rad]

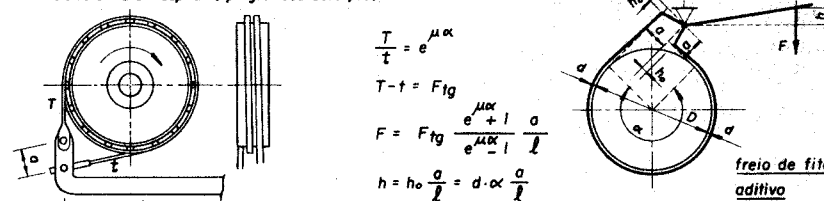
$i$  = nº de superf. ativas de fricção

• As expressões entre parênteses se referem à guarnição de ferro

TIPOS DE FREIOS E FRICÇÕES	Força tangencial $F_{tg}$ [kg]	Energia p/ o apêto dos elem. de fricção $T = Fh$ [kg-cm]	Pressão máx. sobre a superf. de fricção $p$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	Quant. de guarnição disponível p/ desgaste $V$ [cm <sup>3</sup> ]
 Duas sapatas (externas ou internas)	$\mu F_N$ (0,35 $F_N$ )	$F_{tg} \frac{\delta}{\mu}$ (2,86 $F_{tg} \delta$ )	$\frac{F_{tg}}{\mu S}$	$S s$ (1,4 $Dbs$ )
 Cone simples Cone duplo	$\mu F_N = \mu \frac{F}{\sin \alpha}$ para $\alpha = \varphi$ ; $F_{tg} = F$ (tg $\varphi = 0,35$ )	$F_{tg} \frac{\delta}{\mu}$ (2,86 $F_{tg} \delta$ )	$\frac{F_{tg}}{\pi D b \mu}$ (0,91 $F_{tg} / Db$ ) $\frac{F_{tg}}{2\pi D b \mu}$ (1,82 $F_{tg} / Db$ )	$\pi Dbs$  $2\pi Dbs$
 Discos	$\mu F_N = \mu F$ (0,35 $F$ )	$F_{tg} \frac{\delta}{\mu}$ (2,86 $F_{tg} \delta$ )	$\frac{F_{tg}}{\pi D b i \mu}$ (0,91 $F_{tg} / Db i$ )	$\pi Dbs i$
 Freio de fita com ação direta (externa ou interna)	$(e^{\mu\alpha} - 1) F$ (4 $F$ )	$\frac{F_{tg} \alpha \delta}{e^{\mu\alpha} - 1}$ (1,18 $F_{tg} \delta$ )	$\frac{2 F_{tg} e^{\mu\alpha}}{(e^{\mu\alpha} - 1) Db}$ (2,5 $F_{tg} / Db$ )	$\frac{\alpha (e^{\mu\alpha} - 1) Dbs}{4 e^{\mu\alpha}}$ (1,4 $Dbs$ )
 Freio de fita com ação inversa (externa ou interna)	$\frac{e^{\mu\alpha} - 1}{e^{\mu\alpha}} F$ (0,80 $F$ )	$\frac{F_{tg} e^{\mu\alpha} \alpha \delta}{e^{\mu\alpha} - 1}$ (5,9 $F_{tg} \delta$ )	$\frac{2 F_{tg} e^{\mu\alpha}}{(e^{\mu\alpha} - 1) Db}$ (2,5 $F_{tg} / Db$ )	$\frac{\alpha (e^{\mu\alpha} - 1) Dbs}{4 e^{\mu\alpha}}$ (1,4 $Dbs$ )
 Freio de fita aditivo (externa ou interna) $F = F_1 + F_2$	$\frac{e^{\mu\alpha} - 1}{e^{\mu\alpha} + 1} F$ (0,67 $F$ )	$\frac{F_{tg} (e^{\mu\alpha} + 1)}{2 (e^{\mu\alpha} - 1)} \alpha \delta$ (3,5 $F_{tg} \delta$ )	$\frac{2 F_{tg} e^{\mu\alpha}}{(e^{\mu\alpha} - 1) Db}$ (2,5 $F_{tg} / Db$ )	$\frac{\alpha (e^{\mu\alpha} - 1) Dbs}{4 e^{\mu\alpha}}$ (1,4 $Dbs$ )
 Freio de fita em espiral (mola)	$(e^{\mu\alpha} - 1) F$ para $\mu = 0,1$ e $\alpha = 4$ voltas = $8\pi$ rad temos $F_{tg} = 11F$	$\frac{F_{tg} \alpha \delta}{e^{\mu\alpha} - 1}$ (2,3 $F_{tg} \delta$ )	$\frac{2 F_{tg} e^{\mu\alpha}}{(e^{\mu\alpha} - 1) Db}$ (2,5 $F_{tg} / Db$ )	$\frac{\alpha (e^{\mu\alpha} - 1) Dbs}{4 e^{\mu\alpha}}$ (8,5 $Dbs$ )



Freio de cinta em espiral (p/ grandes esforços)



Pressão específica

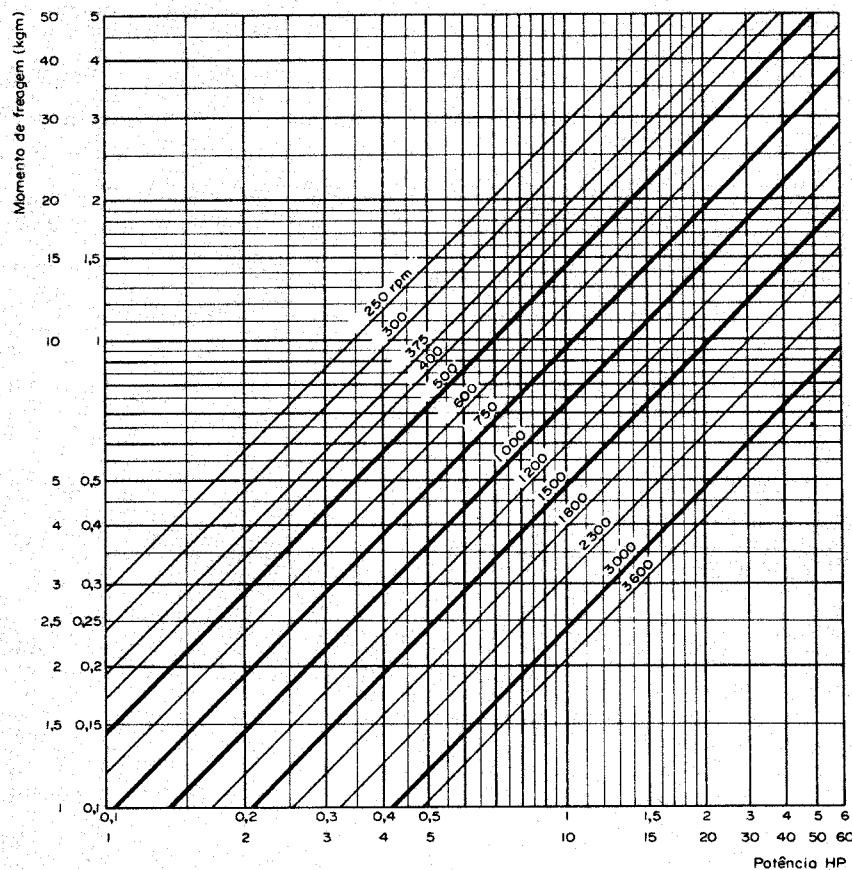
$p = \frac{T + t}{Db}$   $p \leq 3$  kg/cm<sup>2</sup> p/ ferodo

630°  
3,5T  
1,75 voltas

Geralmente:  $\alpha =$

$\left\{ \begin{array}{l} \mu = 0,2 \ 0,3 \ 0,4 \\ e^{\mu\alpha} = 9 \ 27 \ 80 \end{array} \right.$

## MOMENTO DE FREAGEM EM FUNÇÃO DA POTÊNCIA E DAS RPM

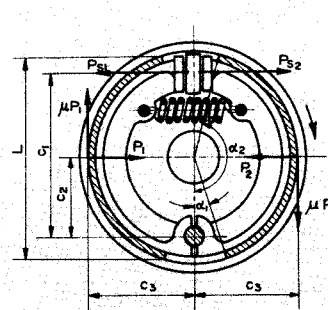


### EXEMPLOS:

- 1) Usando escalas internas: A potência de 1 HP a 1000 rpm corresponde a um momento de 0,75 Kgm.
- 2) Usando escalas externas: A potência de 10 HP a 1500 rpm corresponde a um momento de 4,75 Kgm.

## FREIOS OU ACOPLAMENTOS DE SAPATAS INTERNAS

$P_{s1}$  e  $P_{s2}$



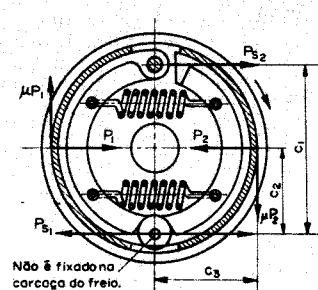
### A) SAPATAS SIMÉTRICAS

Momento de atrito total:  $M_R = \mu (P_1 + P_2) \frac{d}{2}$

Pressão superficial média:  $p_1 = \frac{P_1}{bL}$   $p_2 = \frac{P_2}{bL}$

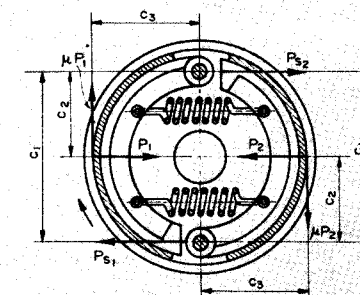
Para  $P_{s1} = P_{s2}$  os efeitos de frenagem e os desgastes nas duas sapatas são desiguais. Para o mesmo percurso de comando, tem-se:

$P_1 = P_2 = M_R / \mu d$   $P_{s1} = P_{s2} = \frac{2 M_R}{\mu d} \frac{c_2}{c_1}$



### C) SEGUNDA SAPATA APOIADA NA PRIMEIRA

A força de compressão  $P_{s1}$  para a sapata à esquerda é a força de articulação da sapata apoiada à direita. Os demais efeitos de força como na disposição em B.

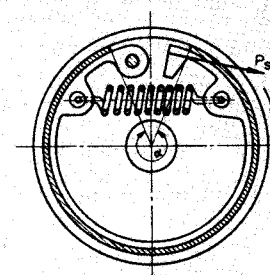


### B) SAPATAS DE AÇÕES CONCORDANTES

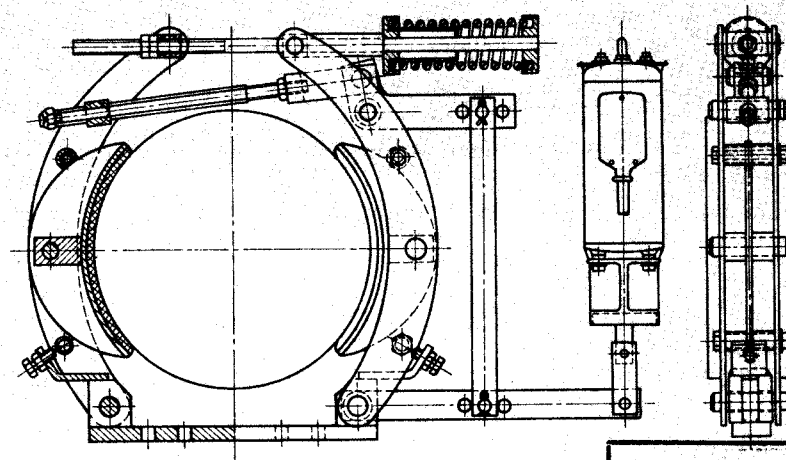
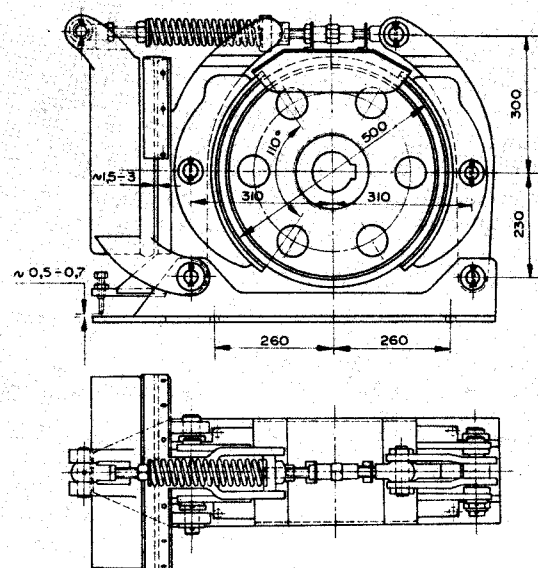
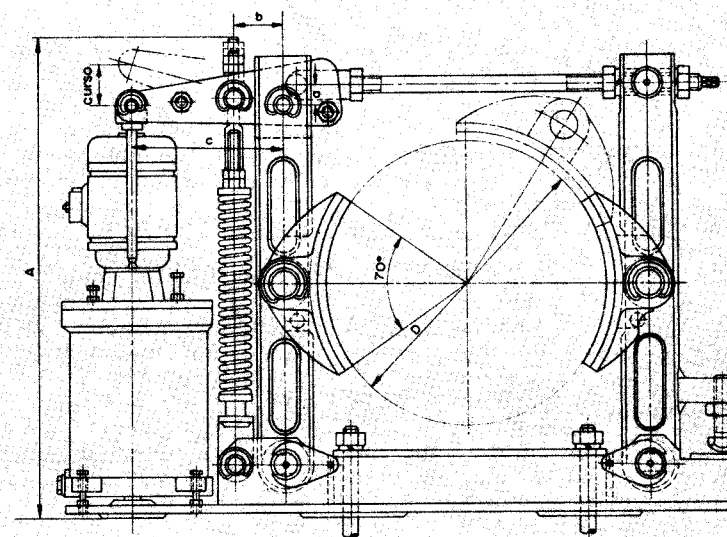
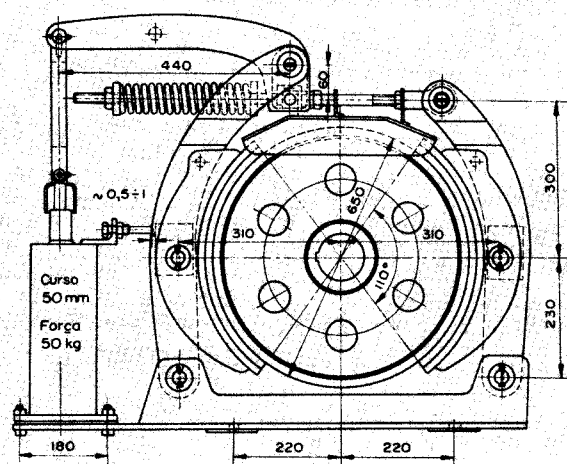
Para  $P_{s1} = P_{s2}$  obtém-se o mesmo efeito de frenagem nas duas sapatas e nenhuma carga sobre o mancal da roda.

$P_1 = P_2 = \frac{M_R}{\mu d}$   $P_{s1} = P_{s2}$

$b$  = largura da sapata



### D) TIRA DE FRENAGEM TRACIONANDO NO SENTIDO DA ROTAÇÃO



CVRD

SUFET

ARQUIVO TÉCNICO

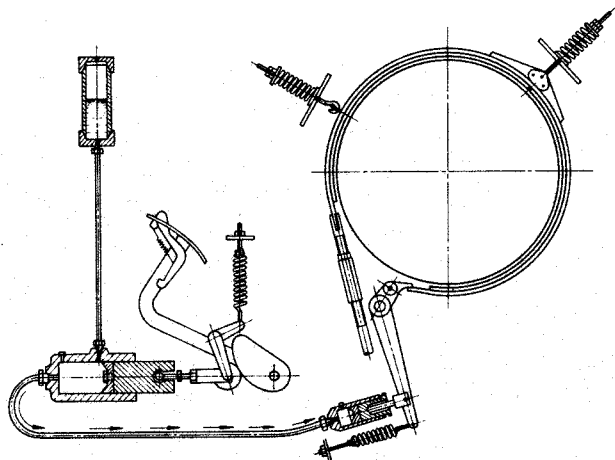
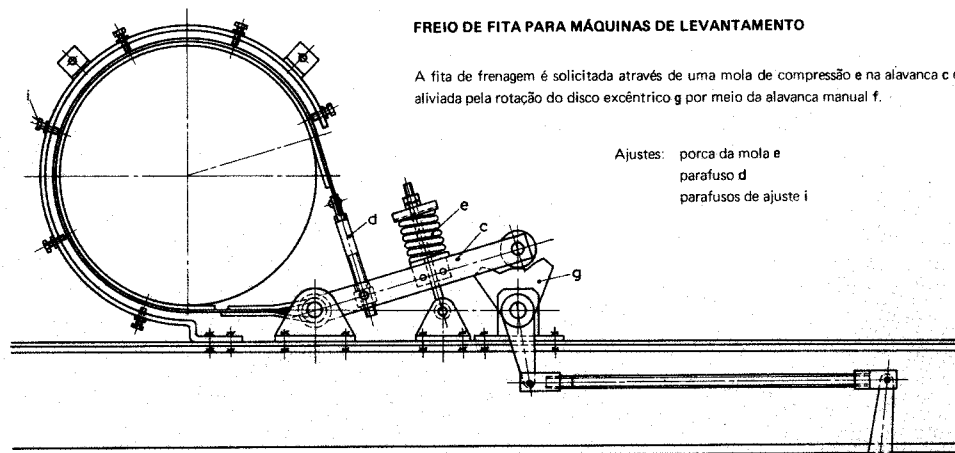


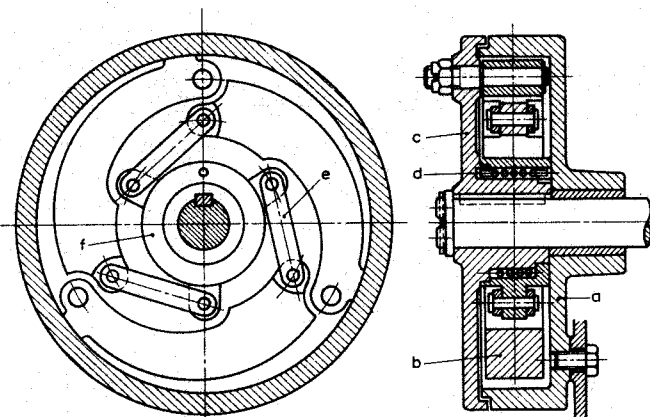
DIAGRAMA DE UM FREIO DE CINTA ACIONADO HIDRAULICAMENTE



FREIO DE FITA PARA MÁQUINAS DE LEVANTAMENTO

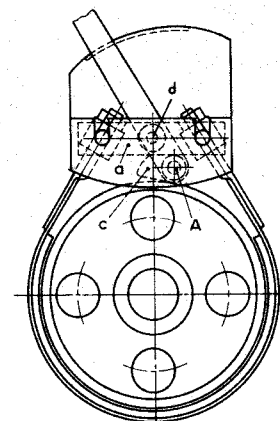
A fita de frenagem é solicitada através de uma mola de compressão e na alavanca c e aliviada pela rotação do disco excêntrico g por meio da alavanca manual f.

Ajustes: porca da mola e  
parafuso d  
parafusos de ajuste i



FREIO CENTRÍFUGO

A carcaça a é fixa. As sapatas de frenagem b encostam-se na polia girante c e são atraídas para dentro pelas talas e quando o momento de torção da mola de torção d é suficiente para girar a bucha f contra a força centrífuga das sapatas. No momento em que a rotação do disco c for tão grande, a ponto da força centrífuga das sapatas b ultrapassar a força de recuo da mola, começará a funcionar o efeito de frenagem das sapatas sobre o lado interno da carcaça. Com isto a velocidade de descida da carga é conservada dentro de determinados limites.

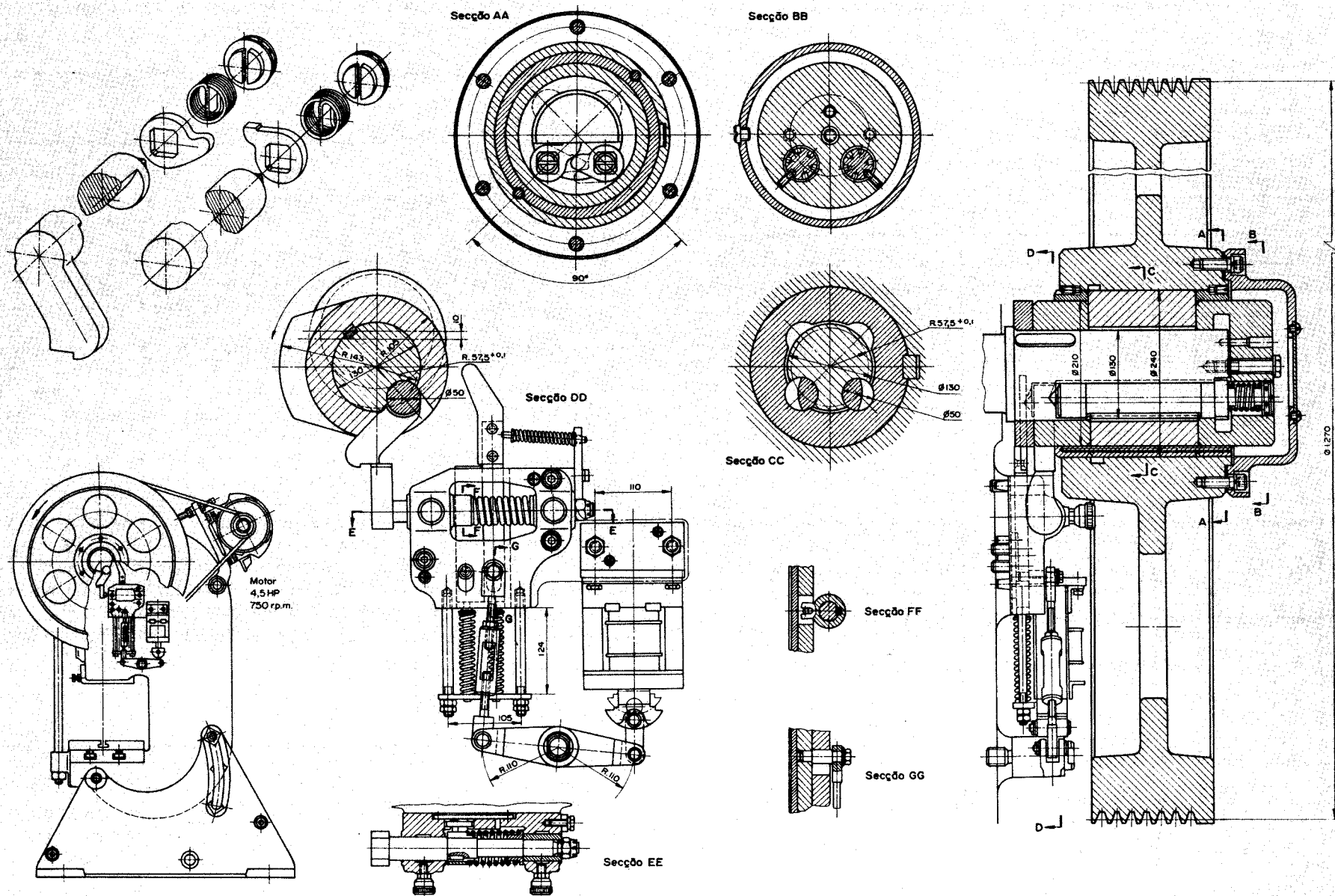


FREIO DE FITA ALTERNANTE

Efeito automático nos dois sentidos de rotação. Para frear desloca-se a alavanca em torno do ponto A para a direita. Ela levanta assim com a castanha C, a tala de ligação a das duas extremidades da fita no ponto d.



# PRENSA EXCÊNTRICA



# DIAMETRAL PITCH E MÓDULO

## DEFINIÇÕES

**PASSO** é a distância, medida ao longo da circunferência primitiva, entre 2 dentes consecutivos.

$$p = \frac{\pi \cdot dp}{Z} \quad [mm]$$

**MÓDULO** é a relação entre o passo e o número  $\pi$  (3,1416).

$$m = \frac{p}{\pi} \quad [mm]$$

**CIRCULAR PITCH** é o passo em polegadas.

$$P' = \frac{\pi \cdot D}{N} \quad [pol.]$$

**DIAMETRAL PITCH** representa o nº de dentes por polegadas de  $dp$  e corresponde ao inverso do módulo.

$$P = \frac{N}{D} \quad [1/pol.] = 1/m \cdot 25,4 \quad [1/mm]$$

Sistema Diametral Pitch		Sistema Modular		Relação
N	Number of teeth	Z	Número de dentes	$N = (JP) - 2 = DP = \frac{\pi \cdot D}{P'}$
P	Diametral pitch	m	Módulo	$P = \frac{N}{D} = \frac{N+2}{J} = \frac{\pi}{P'}$
P'	Circular pitch	p	Passo circunferencial	$P' = \frac{\pi \cdot D}{N} = \frac{\pi \cdot J}{N+2} = \frac{\pi}{P}$
Tc	thickness of teeth	s	Espessura do dente	$Tc = \frac{1,571}{P} = \frac{P'}{2}$
h	Whole depth	h	Altura do dente	$h = \frac{2,1571}{P} = 0,6866 P'$
A	Addendum	a	Cabeça do dente	$A = \frac{J}{N+2} = \frac{D}{N} = \frac{1}{P} = 0,3183 P'$
B	Dedendum	b	Pé do dente	$B = \frac{1,1571}{P} = 0,3683 P'$
W	Working depth	b+a	Altura teórica do dente	$W = \frac{2}{P} = 0,6366 P'$
c	Clearance	e	Folga no pé do dente	$c = \frac{0,1571}{P} = 0,05 P'$
D	Pitch diameter	dp	Diâmetro primitivo	$D = \frac{N}{P} = \frac{N \cdot P'}{\pi} = 0,3183 N P'$
J	Outside diamet.	de	Diâmetro externo	$J = \frac{N+2}{P} = \frac{(N+2) P'}{\pi} = D + 2A$
I	Bottom diameter	di	Diâmetro interno	$I = J - 2h$
Ψ	Pressure angle	Θ	Ângulo de pressão	$\Psi = 14^\circ 30' \div 20^\circ$
Cd	Center distance	I	Distância entre centros	$Cd = \frac{N_1 + N_2}{2P} = \frac{(N_1 + N_2) P'}{2\pi}$

**NOTA:** OS NÚMEROS EM NEGRITO INDICAM OS MÓDULOS NORMAIS E OS COM ASTERÍSTICO INDICAM OS DIAMETRAL PITCHS MAIS COMUNS.

Diametral Pitch P 1/pol	Circular Pitch P' pol	Módulo m mm	Passo p mm	Diametral Pitch P 1/pol	Circular Pitch P' pol	Módulo m mm	Passo p mm	Diametral Pitch P 1/pol	Circular Pitch P' pol	Módulo m mm	Passo p mm
56		0,4536	1,4243	16 *	0,196	1,5875	5	3,6285	0,8658	7	21,991
50,799		0,5	1,5708	15		1,6933	5,316	3,5 *	0,898	7,2570	22,81
50	0,0628	0,508	1,595	14 *	0,224	1,8143	5,69	3,1749	0,9895	8	25,132
48	0,065	0,5292	1,6617	13		1,9538	6,138	3 *	1,047	8,466	26,61
46		0,5522	1,734	12,7	0,2474	2	6,2832	2,8222	1,132	9	28,274
44		0,5773	1,8126	12 *	0,262	2,1166	6,66	2,85 *	1,142	9,2362	29
42		0,6048	1,899	11	0,286	2,3090	7,36	2,54	1,2368	10	31,416
40	0,079	0,6350	1,9938	10,159	0,309	2,5	7,854	2,6 *	1,257	10,1598	31,92
38		0,6684	2,0986	10 *	0,314	2,54	8	2,309	1,3606	11	34,558
36	0,087	0,7055	2,2152	9 *	0,349	2,822	8,86	2,25 *	1,396	11,2887	35,46
34		0,7470	2,3454	8,466	0,371	3	9,425	2,1166	1,4843	12	37,699
32	0,098	0,7847	2,464	8 *	0,393	3,1749	9,96	2 *	1,571	12,6998	39,90
30	0,105	0,8467	2,64	7,253	0,433	3,5	10,966	1,9538	1,6079	13	40,84
28	0,112	0,9071	2,86	7 *	0,449	3,6285	11,4	1,8143	1,7317	14	43,96
26	0,121	0,9769	3,08	6,349	0,494	4	12,566	1,75 *	1,7952	14,5140	45,58
25,399	0,1237	1	3,142	6 *	0,524	4,2333	13,29	1,6933	1,8541	15	45,10
25	0,1256	1,0160	3,1902	5,644	0,556	4,5	14,137	1,5875	1,979	16	50,24
24 *	0,131	1,0583	3,33	5,079	0,618	5	15,708	1,5 *	2,0944	16,9330	53,19
22	0,143	1,1545	3,61	5 *	0,628	5,079	15,96	1,4111	2,2263	18	56,52
20 *	0,157	1,27	3,98	4,618	0,6803	5,5	17,279	1,27	2,4737	20	62,80
19		1,3368	4,1974	4,233	0,7421	6	18,850	1,25 *	2,5133	20,3196	63,84
18 *	0,175	1,4111	4,43	4 *	0,785	6,3499	19,95	1,0160	3,0920	25	78,50
16,933	0,1855	1,5	4,712	3,907	0,8035	6,5	20,420	1 *	3,1416	25,3995	79,80

## SÉRIE COMUM DE CIRCULAR PITCH

Circular pitch P'	1/6	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	11/16	3/4	13/16	7/8
Módulo m	0,505	1,01	1,51	2,02	2,52	3,03	3,53	4,04	4,54	5,05	5,56	6,06	6,57	7,08
Circular pitch P'	15/16	1	1 1/16	1 1/8	1 1/4	1 1/2	1 5/8	1 3/4	1 7/8	2	2 1/8	2 1/4	2 3/8	2 1/2
Módulo m	7,58	8,09	8,59	9,1	9,6	10,11	10,62	11,12	11,62	12,13	13,14	14,15	15,17	16,18

# ENGRENAGENS CILÍNDRICAS DE DENTES RETOS

## MÓDULOS NORMALIZADOS - DIN 780

0,3-0,4-...-0,9-1-1,25-...-3,75-4-4,5-...-6,5-7-8-...-15-16-18-...-24-27-30-...-42-45-50-...-75

## NÚMERO DAS FRESAS

Série de 8 fresas ( $m \leq 9$ )

Nº da fresa	Série módulo	1	2	3	4	5	6	7	8
Série Pitch		8	7	6	5	4	3	2	1
Dentes da engrenagem		12-13	14-16	17-20	21-25	26-34	35-54	55-134	135-∞

Série de 15 fresas ( $m \geq 9$ )

Número da fresa	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
Dentes da engrenagem	12	13	14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-25
Número da fresa	5	5 1/2	6	6 1/2	7	7 1/2	8	
Dentes da engrenagem	26-29	30-34	35-41	42-54	55-79	80-134	135-∞	

## A- DADOS CONSTRUTIVOS

1- VALORES DE  $\psi$  ( $\psi = \frac{n_2}{n_1}$ )

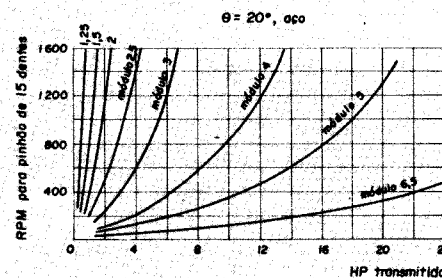
{	até 1/8 — para acionamento manual
	até 1/6 — para pequenas velocidades
	até 1/3 — para grandes velocidades

2- Nº MÍNIMO DE DENTES (para evitar interferência)

Tipo de transmissão	$\theta = 20^\circ$	$\theta = 14^\circ 30'$
Pequenas velocidades e pequenas cargas	10	18
Velocidades médias (6-9 m/s)	12	24
Grandes vel. (>15 m/s) e grandes cargas	16	30
Engrenamento externo	$Z_1 + Z_2 \geq 24$	
Engrenamento interno	$Z_2 - Z_1 \geq 10$	

$\psi$	$\theta = 20^\circ$	$\theta = 14^\circ 30'$
1/1	12	22
1/2	14	27
1/4	15	29
1/6	16	30
1/8-1/∞	17	30

## 3- ESTIMATIVA DO MÓDULO



## 4- LARGURA DAS ENGRENAGENS

1- Pinhão em balanço:

$$l \leq 0,75 d_p$$

2- Boa rigidez e paralelismo dos mancais:

$$l \leq 1,2 d_p$$

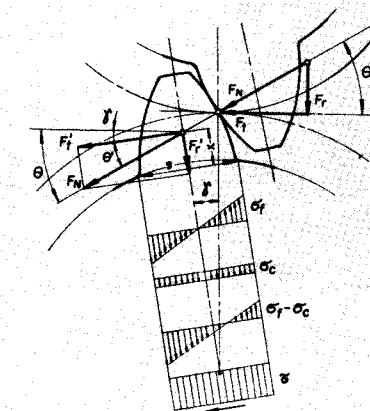
3- Engrenagens deslizantes das caixas de câmbios:

$$l \leq 5m$$

## 5- MÓDULO MÍNIMO

Dentes fresados	Mancais de rolamento ou de escorregamento muito bons - Base sólida e eixo robusto	$m = \frac{l}{30}$
	Duplo apóio	$m = \frac{l}{25}$
	Caixa de engrenagens e andálogos	$m = \frac{l}{25}$
	Pinhão em balanço	$m = \frac{l}{15}$
Dentes fundidos e limpos		$m = \frac{l}{10}$

## 6- FÔRCAS E TENSÕES NO DENTE



$$\psi = \frac{n_2}{n_1} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{d_{p1}}{d_{p2}} = \frac{M_{t1}}{M_{t2}}$$

$$M_t = 71620 \frac{N}{n} [\text{kg cm}], \quad N [\text{CV}], \quad n [\text{rpm}]$$

$$F_t = \frac{2M_t}{d_p} [\text{kg}]$$

$$F_n = \frac{F_t}{\cos \theta}$$

$$F_t' = F_n \cos \theta' = F_t \frac{\cos \theta'}{\cos \theta}$$

$$F_r' = F_n \sin \theta' = F_t \frac{\sin \theta'}{\cos \theta}$$

$$\theta' = \theta - \delta, \quad \delta = 90/Z, \quad \text{para } Z \geq 18 \text{ dentes} \rightarrow \theta' = \theta$$

$$\text{Flexão: } \sigma_f = \frac{M_f}{W} = \frac{F_t' x}{l s^2/6} = \frac{6 F_n \cos \theta' x}{l s^2} = \frac{6 F_t x}{l s^2} \frac{\cos \theta'}{\cos \theta}$$

$$\text{Compressão: } \sigma_c = \frac{F_r'}{l s} = \frac{F_t}{l s} \frac{\sin \theta'}{\cos \theta}$$

$$\text{Cizalhamento: } \tau = \frac{F_t}{l s} = \frac{F_t}{l s} \frac{\cos \theta'}{\cos \theta}$$

$$\text{Tensão ideal: } \sigma_i = \sqrt{(\sigma_f - \sigma_c)^2 + 6,25 \tau^2} \leq \bar{\sigma}_f$$

## B - DIMENSIONAMENTO

### 1- TENSÃO DE TRABALHO NO PÉ DO DENTE

$$\frac{q F_t}{l m} = \sigma_t \leq \bar{\sigma}_t \quad \therefore \quad m \geq \frac{q F_t}{l \bar{\sigma}_t}$$

Engrenamento externo	Z	12	13	14	15	16	17	18	21	24
	$\theta = 20^\circ$	4,6	4,35	4,1	3,9	3,75	3,6	3,5	3,3	3,2
q	$\theta = 14^\circ 30'$		5,38	5,22	5,07	4,93	4,8	4,68	4,37	4,13
	Z	28	34	40	50	65	80	100	até ao	
q	$\theta = 20^\circ$	3,1	3	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,5	
	$\theta = 14^\circ 30'$	3,9	3,7	3,5	3,4	3,27	3,18	3,1	2,8	
Engrenamento interno	Z	20	24	30	38	50	70	100	200	até ao
	$\theta = 20^\circ$	1,7	1,8	1,9	2	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
	$\theta = 14^\circ 30'$	1,67	1,77	1,86	1,94	2,1	2,22	2,32	2,5	2,8

### 2- TENSÃO ADMISSÍVEL NO PÉ DO DENTE (flexão)

MATERIAL			Tensão à flexão atenuada	Dureza BRINELL	$H_B$ [kg/mm <sup>2</sup> ]
Tipo e tratamento	DIN	SAE	$\bar{\sigma}_t$ [kg/cm <sup>2</sup> ]	NÚCLEO	FACES
Ferro fundido	GG 18	111	200 ÷ 300	170	170
	GG 22	112	300 ÷ 450	190	190
	GG 26	114	400 ÷ 600	210	210
Aço fundido	GS 52	0050	500 ÷ 800	150	150
	GS 60	0105	600 ÷ 900	175	175
Aço carbono comum	St 42	1025	800 ÷ 950	125	125
	St 50	1035	800 ÷ 1100	150	150
	St 60	1045	910 ÷ 1200	180	180
	St 70	1060	1100 ÷ 1400	208	208
Aço beneficiado	C 22	1320	500 ÷ 1100	140	140
	C 45	1340	700 ÷ 1500	185	185
	C 60	1360	900 ÷ 1800	210	210
	34 Cr 4	5130	1 400 ÷ 1800	260	260
	37 MnSi5	1137	1 400 ÷ 1800	260	260
	42 Cr Mo4	4140	1 400 ÷ 1800	340	340
Aço cementado	35 NiCr18	3335	1 500 ÷ 1800	400	400
	C 10	1010	500 ÷ 1000	170	590
	C 15	1015	600 ÷ 1200	190	635
	16 MnCr5	5120	1 500 ÷ 2000	270	650
	20 MnCr5	5130	1 800 ÷ 2200	360	650
	13 Ni 6	2315	1 200 ÷ 1600	200	600
Aço cementado	13 NiCr18	2515	1 800 ÷ 2200	400	615
	15 Cr Ni 6	3115	1 800 ÷ 2200	310	650
	18 Cr Ni 8	3130	1 800 ÷ 2200	400	650
Bronze comum			500 ÷ 600		
Bronze fosforoso			600 ÷ 800		
Fibra			150 ÷ 300		

melhor acabamento superficial proporciona melhor resistência

## 3- RESISTÊNCIA AO ROLAMENTO

$$\frac{\chi F_t}{l d_p} (1 \pm \varphi) \leq k \text{ [kg/cm}^2] \quad \therefore \quad l d_p^2 \geq 2 \chi \frac{M_t}{k} (1 \pm \varphi)$$

• engrenamento externo  
• engrenamento interno

$$k = \frac{6800 H_B^2}{E \sqrt{n \cdot h \cdot 60}} \text{ [kg/cm}^2]$$

$$k = \xi k_{5000}$$

### VALORES DE $k_{5000}$

(Vida = 5000 horas e material da coroa aço fundido ou forjado)

Material dos dentes		$H_B$	n [rpm]											
DIN	SAE	[kg/mm <sup>2</sup> ]	10	25	50	100	250	500	750	1000	1500	2500	5000	
GS 52	0050	125	35	26	20	16	12	9,5	8,3	7,5	6,6	5,6		
St 42	1025	125	35	26	20	16	12	9,5	8,3	7,5	6,6	5,6		
St 50	1035	153	52	38	31	24	18	14	12	11	9,8	8,3	6,6	
St 60	1045	180	73	53	42	34	25	20	17	16	14	11	9,1	
St 70	1060	208	97	71	57	45	33	26	23	21	18	15	12	
Aço liga Siemens-Martins $\sigma_f = 75 \div 80 \text{ kg/mm}^2$	230		87	69	55	41	32	28	26	22	19	15		
Aço liga Siemens-Martins $\sigma_f = 85 \div 90 \text{ kg/mm}^2$	260			89	70	52	41	36	33	28	24	19		
Aço liga cementado e retificado	600				374	276	219	190	174	152	128	100		

### VALORES DE $\xi$

h [horas]	150	312	625	1200	2500	5000	10000	40000	80000	150000	300000
$\xi$	3,2	2,5	2	1,6	1,25	1	0,8	0,5	0,4	0,32	0,256

Para engrenamento múltiplo, multiplicar h ou n.

Para coroa de ferro fundido ou análogos, aumentar as dimensões de  $\pm 50\%$

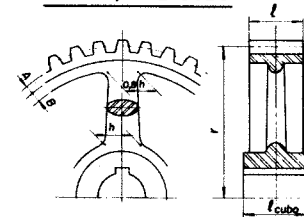
## 4- AQUECIMENTO

$$\text{Quando } n > 1000 \text{ rpm, } N_{mdx} = 5 d_p l_1 \text{ [CV]} \quad d_p, l_1 \rightarrow \text{cm}$$

## 5- EXECUÇÃO E LUBRIFICAÇÃO

V (m/s)	< 0,8	0,8 ÷ 4	4 ÷ 12	> 12
Execução	Fundido	Fresado	Retificado	Dentes inclinados
Meio lubrificante	Graxa	Mergulhado em óleo ou graxa	Mergulhado em óleo	Óleo sob pressão

## 6- BRAÇOS E CUBO



$$A = 0,5 P$$

$$B = 1,2 A$$

$$M_t = F_t \cdot r = \frac{1}{4} W G_f$$

$$i = \frac{1}{7} \sqrt{d_p} \quad (\text{nr de braços})$$

$$l_{\text{cubo}} > l$$

$$d_{\text{cubo}} = 2 d_{\text{eixo}}$$

	$\delta = \frac{1}{2} h$	$W = \frac{\pi}{32} \delta h^2$	$h = \sqrt[3]{80 \frac{M_t}{i G_f}}$
	$\delta = \frac{1}{5} h$	$W = \frac{1}{6} \delta h^2$	$h = \sqrt[3]{120 \frac{M_t}{i G_f}}$

## C - CÁLCULO ANTIGO

$$p = \frac{F_t}{c l} \text{ [cm]} \quad m = \frac{3,2 F_t}{c l} = 5,85 \sqrt[3]{\frac{M_t}{c \psi Z}} = 244 \sqrt[3]{\frac{N}{c \psi Z n}} = \sqrt[3]{\frac{750 N}{c \psi v}}$$

TIPO DE ENGENAGEM	$\psi$	$l$	$\varphi = \frac{l}{p}$ [mm]
Bruta	2	6,3 m	$c = \frac{0,7 \bar{\sigma}_t}{v + 11} \text{ [kg/cm}^2]$
Cortada	2,5 ÷ 3	(8+10) m	em que v [m/s]
Fresada	3 ÷ 3,5	(10+11) m	$M_t \text{ [kg cm]}$
Fresada e retificada	3,5 ÷ 4	(11+13) m	N [HP]

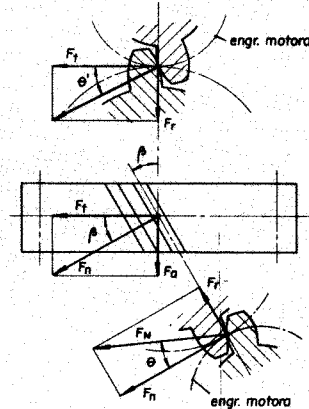
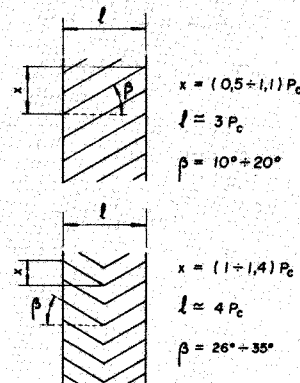
### VALORES DE c

ENGENAGENS EM BRUTO												
MATERIAL	V [m/s]	0,3	0,5	1	2	3	4	6	8	10	15	
Ferro fundido	c	24	22	20	18	16	14	13	12	11	10	
Aço fundido		48	44	40	36	32	28	26	24	22	20	
ENGENAGENS CORTADAS OU FRESADAS												
MATERIAL	V [m/s]	0,3	0,5	1	2	3	4	6	8	10	15	
Ferro fundido	c	38	32	26	24	22	20	18	16	14	13	
Aço fundido		64	56	52	48	44	40	36	32	28	26	
Aço Bessemer	c	96	84	78	72	66	60	54	48	42	36	
Bronze fosforoso		55	48	45	42	38	34	30	27	24	22	
Bronze comum	c	36	35	34	30	27	25	22	18	16	13	
Aço - Ni		166	162	156	138	126	114	102	84	72	60	
Aço Cr-Ni Temperado em óleo	c	220	216	208	184	168	152	136	112	96	80	
Metálo delta		72	70	68	60	55	49	44	36	31	26	
Couro cru	c	18	16	16	14	13	11	10	8	7	6	
Celaron e anólogos		29	27	25	23	21	19	17	16	15	13	10

# ENGRENAGENS CILINDRICAS (DENTES INCLINADOS OU HELICOIDAIS)

## EIXOS PARALELOS

### DADOS CONSTRUTIVOS



$$\theta' = \frac{\theta}{\cos \beta} = \text{âng. de pressão aparente}$$

$$N \text{ [CV]}, \quad n \text{ [rpm]}$$

$$M_t = 71620 \frac{N}{n} \text{ [kg cm]}$$

$$F_t = \frac{2 M_t}{d_p} \text{ [kg]}$$

$$F_a = F_t \tan \beta$$

$$F_r = F_t \tan \theta' = F_t \frac{\tan \theta}{\cos \beta}$$

$$F_n = \frac{F_t}{\cos \beta}$$

$$F_N = \frac{F_n}{\cos \theta} = \frac{F_t}{\cos \beta \cos \theta}$$

### DIMENSIONAMENTO

Estas engrenagens apresentam sempre 2 ou 3 dentes em contacto, o que permite aumentar as tensões de 25+50%

\* O cálculo é o mesmo que o das engrenagens cilíndricas de dentes retos, mas entrando nas fórmulas e nas tabelas com o número de dentes fictícios:  $Z_1 = Z / \cos^3 \beta$

Os coeficientes e as tensões são os mesmos das engrenagens cilíndricas de dentes retos

1- Tensão de trabalho no pé do dente:

$$\frac{q F_t}{l m} < \sigma_t$$

2- Pressão de rolamento:

$$\frac{X F_t \cos^3 \beta}{l d_p} (1 \pm \varphi) \leq k$$

$$l d_p^2 \geq \frac{2 X M_t \cos^2 \beta}{k} (1 \pm \varphi)$$

3- Cálculo do módulo:

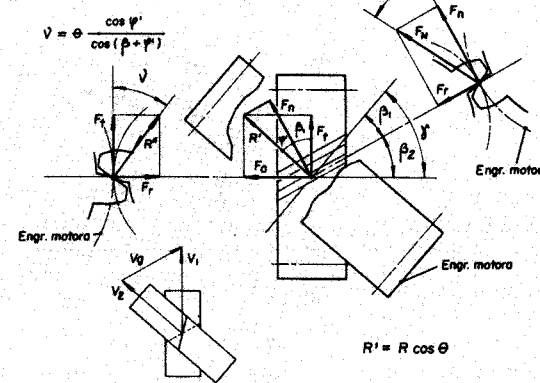
(método antigo)  $P_c = \frac{F_t}{c l}$

$$m_c = \frac{3,2 F_t}{c l} = \sqrt{\frac{750 N}{c \psi Z_1}}$$

$$m = 5,85 \sqrt[3]{\frac{M_t}{c \psi Z_1}} = 244 \sqrt[3]{\frac{N}{c \psi Z_1 n}}$$

## EIXOS REVERSOS

### DADOS CONSTRUTIVOS



$$N \text{ [CV]}, \quad n \text{ [rpm]}$$

$$M_t = 71620 \frac{N}{n} \text{ [kg cm]}$$

$$F_t = \frac{2 M_t}{d_p} \text{ [kg]} \quad \left. \begin{array}{l} F_r = F_t \tan \beta \\ F_a = F_t \tan (\beta + \varphi') \end{array} \right\} R' = \sqrt{F_r^2 + F_a^2}$$

$$F_r = F_n \tan \theta = R' \cos \varphi' \tan \theta = F_t \tan \theta \frac{\cos \varphi'}{\cos (\beta + \varphi')}$$

$$F_n = R' \cos \varphi' = \frac{F_t}{\cos (\beta + \varphi')} \cos \varphi'$$

$$F_n = \frac{F_t}{\cos \theta} = R' \frac{\cos \varphi'}{\cos \theta} = \frac{F_t \cos \varphi'}{\cos \theta \cos (\beta + \varphi')} = \frac{\cos \varphi'}{\cos \theta} \sqrt{F_t^2 + F_a^2}$$

$$\mu' = \frac{\mu}{\cos \theta} \quad \therefore \quad \varphi' = \frac{\varphi}{\cos \theta}$$

Sendo:  $F_{N1} = F_{N2} \quad \therefore \quad R'_1 = R'_2$

$$R' = R \cos \theta$$

$$\frac{F_{t1}}{\cos (\beta_1 + \varphi')} = \frac{F_{t2}}{\cos (\beta_2 + \varphi')} \quad \therefore \quad F_{t2} = F_{t1} \frac{\cos (\beta_2 + \varphi')}{\cos (\beta_1 + \varphi')}$$

### DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento é feito como no caso das engrenagens cilíndricas helicoidais de eixos paralelos com as seguintes condições (pois o escorregamento axial dos dentes em contacto é relevante):

Veloc. periférica:  $V_1 = \frac{\pi d_{p1} n_1}{60}, \quad V_2 = \frac{\pi d_{p2} n_2}{60}$

Veloc. de escorregamento axial dos dentes em contacto:  $V_g = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 - 2 V_1 V_2 \cos \delta} = \frac{V_1 \sin \delta}{\cos \beta_2} = \frac{V_2 \sin \delta}{\cos \beta_1} \quad \therefore \quad V_2 = V_1 \frac{\cos \beta_1}{\cos \beta_2}$

$$c \approx \frac{0,6}{2 + V_g} \text{ [kg/mm}^2\text{]}, \text{ para ferro fund./ferro fund. ou aço e } V_g \leq 5 \text{ m/s}$$

$$c \approx \frac{1}{2 + V_g} \text{ [kg/mm}^2\text{]}, \text{ para aço/bronze e } V_g = 5 \div 10 \text{ m/s}$$

$$c \approx \frac{2}{2 + V_g} \text{ [kg/mm}^2\text{]}, \text{ para aço especial/aço especial e } V_g = 5 \div 10 \text{ m/s}$$

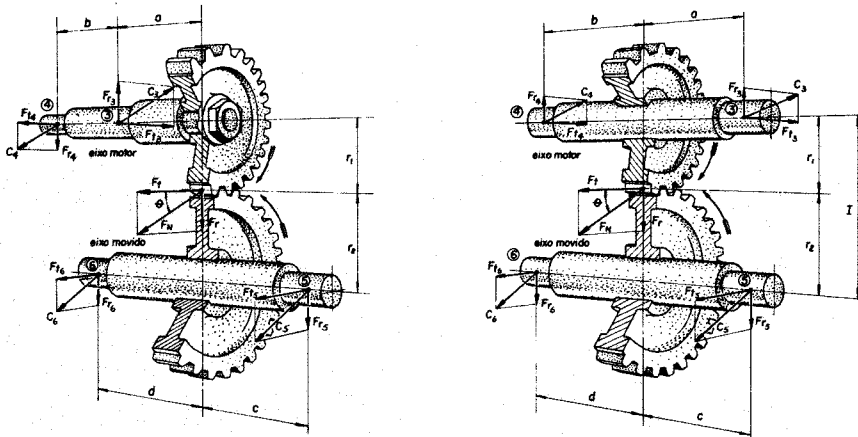
$$c \approx 50\% \text{ dos valores tabelados}$$

$$P_n = \frac{F_t}{c l} \quad \left\{ \begin{array}{l} l = 10 m \\ F_t = \frac{2 M_t}{d_p} \end{array} \right.$$

$$m_c = \sqrt{\frac{F_t}{31,4 c}} \quad M_t = 71620 \frac{N}{n}$$

Não confundir o ângulo atrito  $\varphi$  com a relação de transmissão que se indica com a mesma letra

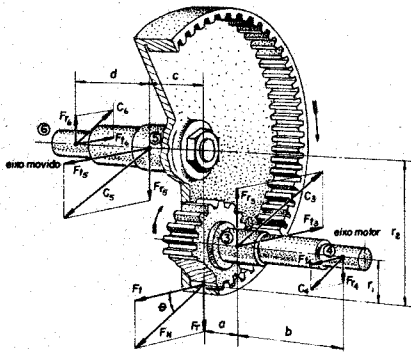
# REAÇÕES DOS APOIOS OU CARGA NOS MANCAIS



ENGRENAMENTO EXTERNO, CILÍNDRICO COM DENTES RETOS

3	4	5	6
$F_{t3} = F_t \frac{a+b}{b}$	$F_{t4} = F_t \frac{a}{b}$	$F_{t5} = F_t \frac{d}{c+d}$	$F_{t6} = F_t \frac{c}{c+d}$
$F_{r3} = F_r \frac{a+b}{b}$	$F_{r4} = F_r \frac{a}{b}$	$F_{r5} = F_r \frac{d}{c+d}$	$F_{r6} = F_r \frac{c}{c+d}$
$C_3 = \sqrt{F_{t3}^2 + F_{r3}^2}$	$C_4 = \sqrt{F_{t4}^2 + F_{r4}^2}$	$C_5 = \sqrt{F_{t5}^2 + F_{r5}^2}$	$C_6 = \sqrt{F_{t6}^2 + F_{r6}^2}$

3	4	5	6
$F_{t3} = F_t \frac{b}{a+b}$	$F_{t4} = F_t \frac{a}{a+b}$	$F_{t5} = F_t \frac{d}{c+d}$	$F_{t6} = F_t \frac{c}{c+d}$
$F_{r3} = F_r \frac{b}{a+b}$	$F_{r4} = F_r \frac{a}{a+b}$	$F_{r5} = F_r \frac{d}{c+d}$	$F_{r6} = F_r \frac{c}{c+d}$
$C_3 = \sqrt{F_{t3}^2 + F_{r3}^2}$	$C_4 = \sqrt{F_{t4}^2 + F_{r4}^2}$	$C_5 = \sqrt{F_{t5}^2 + F_{r5}^2}$	$C_6 = \sqrt{F_{t6}^2 + F_{r6}^2}$



ENGRENAMENTO INTERNO, CILÍNDRICO COM DENTES RETOS

3	4	5	6
$F_{t3} = F_t \frac{a+b}{b}$	$F_{t4} = F_t \frac{a}{b}$	$F_{t5} = F_t \frac{c+d}{d}$	$F_{t6} = F_t \frac{c}{d}$
$F_{r3} = F_r \frac{a+b}{b}$	$F_{r4} = F_r \frac{a}{b}$	$F_{r5} = F_r \frac{c+d}{d}$	$F_{r6} = F_r \frac{c}{d}$
$C_3 = \sqrt{F_{t3}^2 + F_{r3}^2}$	$C_4 = \sqrt{F_{t4}^2 + F_{r4}^2}$	$C_5 = \sqrt{F_{t5}^2 + F_{r5}^2}$	$C_6 = \sqrt{F_{t6}^2 + F_{r6}^2}$

3	4	5	6
$F_{t3} = F_t \frac{a+b}{b}$	$F_{t4} = F_t \frac{a}{b}$	$F_{t5} = F_t \frac{d}{c+d}$	$F_{t6} = F_t \frac{c}{c+d}$
$F_{r3} = F_r \frac{a+b}{b}$	$F_{r4} = F_r \frac{a}{b}$	$F_{r5} = F_r \frac{d}{c+d}$	$F_{r6} = F_r \frac{c}{c+d}$
$C_3 = \sqrt{F_{t3}^2 + F_{r3}^2}$	$C_4 = \sqrt{F_{t4}^2 + F_{r4}^2}$	$C_5 = \sqrt{F_{t5}^2 + F_{r5}^2}$	$C_6 = \sqrt{F_{t6}^2 + F_{r6}^2}$

$$I = r_1 + r_2 = \frac{dp_2 \pm dp_1}{2}$$

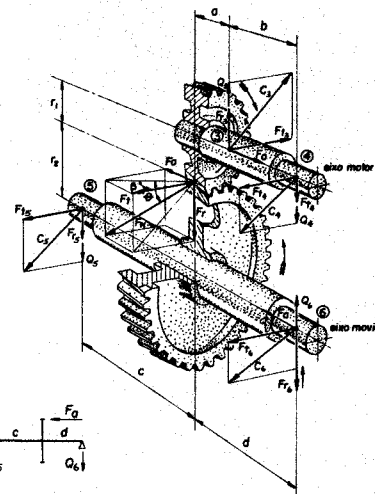
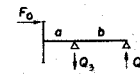
$$2I = dp_2 \pm dp_1$$

$$\bullet dp_1 = \varphi dp_2$$

$$2I = dp_2 \pm dp_2$$

$$2I = (1 \pm \varphi) dp_2$$

$$dp_2 = \frac{2I}{1 \pm \varphi}$$



ENGRENAMENTO CILÍNDRICO COM DENTES HELICOIDAIS

3	4	5	6
$F_{t3} = F_t \frac{a+b}{b}$	$F_{t4} = F_t \frac{a}{b}$	$F_{t5} = F_t \frac{d}{c+d}$	$F_{t6} = F_t \frac{c}{c+d}$
$F_{r3} = F_r \frac{a+b}{b}$	$F_{r4} = F_r \frac{a}{b}$	$F_{r5} = F_r \frac{d}{c+d}$	$F_{r6} = F_r \frac{c}{c+d}$
$Q_3 = F_0 \frac{1}{b}$	$Q_4 = F_0 \frac{1}{b}$	$Q_5 = F_0 \frac{1}{c+d}$	$Q_6 = F_0 \frac{1}{c+d}$
$C_3 = \sqrt{F_{t3}^2 + F_{r3}^2 + Q_3^2}$	$C_4 = \sqrt{F_{t4}^2 + F_{r4}^2 + Q_4^2}$	$C_5 = \sqrt{F_{t5}^2 + F_{r5}^2 + Q_5^2}$	$C_6 = \sqrt{F_{t6}^2 + F_{r6}^2 + Q_6^2}$
$F_0$			$F_0$

3	4	5	6
$F_{t3} = F_t \frac{b}{a+b}$	$F_{t4} = F_t \frac{a}{a+b}$	$F_{t5} = F_t \frac{d}{c+d}$	$F_{t6} = F_t \frac{c}{c+d}$
$F_{r3} = F_r \frac{b}{a+b}$	$F_{r4} = F_r \frac{a}{a+b}$	$F_{r5} = F_r \frac{d}{c+d}$	$F_{r6} = F_r \frac{c}{c+d}$
$Q_3 = F_0 \frac{1}{a+b}$	$Q_4 = F_0 \frac{1}{a+b}$	$Q_5 = F_0 \frac{1}{c+d}$	$Q_6 = F_0 \frac{1}{c+d}$
$C_3 = \sqrt{F_{t3}^2 + F_{r3}^2 + Q_3^2}$	$C_4 = \sqrt{F_{t4}^2 + F_{r4}^2 + Q_4^2}$	$C_5 = \sqrt{F_{t5}^2 + F_{r5}^2 + Q_5^2}$	$C_6 = \sqrt{F_{t6}^2 + F_{r6}^2 + Q_6^2}$
$F_0$			$F_0$

# ENGRENAGENS CÔNICAS

## DENTES RETOS

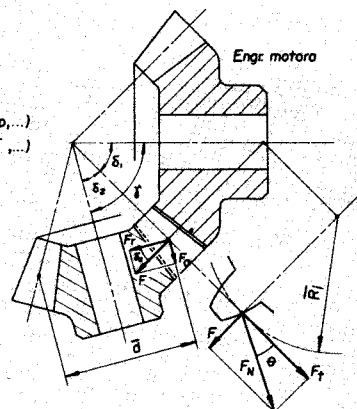
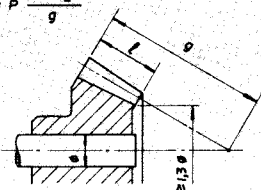
### DADOS CONSTRUTIVOS

O traçado das engrenagens cônicas é feito com os elementos externos ( $P, m, d_p, \dots$ )  
O dimensionamento dos dentes é feito com os elementos médios ( $\bar{P}, \bar{m}, \bar{a}, \dots$ )

$$\bar{a} = \frac{d_p + d_{pi}}{2} = 2 \bar{R}_i \cos \delta, \quad \bar{R}_i = \frac{\bar{a}}{2 \cos \delta}$$

$$\bar{m} = m \frac{g - \frac{l}{2}}{g}, \quad \bar{P} = P \frac{g - \frac{l}{2}}{g}$$

$d_p$	$l$
$< 75 \text{ mm}$	$\leq \frac{1}{3} g$
$> 75 \text{ mm}$	$\leq \frac{1}{4} g$



$$\delta = \delta_1 + \delta_2$$

Eng. brutas	$l = (2 + 2,5) \bar{P}$
Eng. trabalhadas	$l = (2,5 + 3) \bar{P}$

Em geral:

$$l \approx (1,5 + 2,5) \bar{P}$$

$$\therefore \bar{m} \approx 0,8 m$$

$\psi$	$1/1$	$1/1,5$	$1/2$	$1/3$
$Z_{min}$	14	18	19	21

$$\psi_{max} \approx \frac{1}{4}$$

$$M_t = 71620 \frac{N}{n} [\text{kg cm}], \quad N [\text{CV}], \quad n [\text{rpm}]$$

$$F_t = \frac{2 M_t}{d} [\text{kg}], \quad F_N = \frac{F_t}{\cos \theta}$$

$$F = F_N \sin \theta = F_t \tan \theta$$

$$F_r = F \cos \delta = F_t \tan \theta \cos \delta$$

$$F_a = F \sin \delta = F_t \tan \theta \sin \delta$$

Invertendo a rotação, não inverte o sentido de  $F_a$

$$\text{Para } \delta = \delta_1 + \delta_2 = 90^\circ \Rightarrow \begin{cases} F_{a1} = F_{r2} \\ F_{a2} = F_{r1} \end{cases}$$

### DIMENSIONAMENTO

- O cálculo é o mesmo que o das engrenagens cilíndricas de dentes retos, mas entrando nas fórmulas e nas tabelas com o número de dentes fictícios:  $Z_i = Z / \cos \delta$ .

Tensão de trabalho no pé do dente:

$$\frac{q F_t}{l \bar{m}} = \frac{q F_t}{0,8 l m} \leq \bar{\sigma}_t$$

Tensão de rolamento:

$$\frac{X F_t}{l 2 R_i} (1 \pm \psi) = \frac{X F_t \cos \delta}{l \bar{a}} (1 \pm \psi) \leq k \quad l \bar{a}^2 \geq \frac{2 X M_t \cos \delta}{k} (1 \pm \psi)$$

Cálculo do módulo:  
(método antigo)

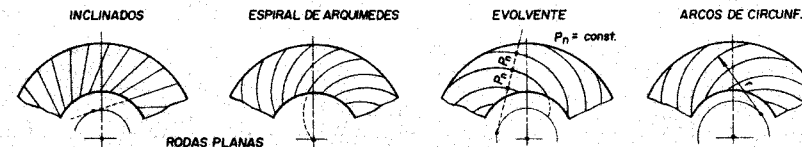
$$\bar{P} = \frac{F_t}{c l}$$

$$\bar{m} = \frac{3,2 F_t}{c l} = 5,85 \sqrt[3]{\frac{M_t}{c \psi Z_i}} = 244 \sqrt[3]{\frac{N}{c \psi Z_i n}} = \sqrt[3]{\frac{750 N}{c \psi v}}$$

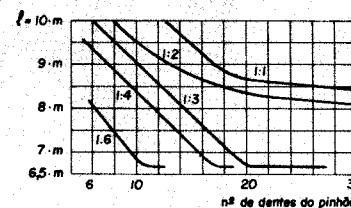
$$m = \frac{\bar{m}}{0,8}$$

Os coeficientes e as tensões são os mesmos das engrenagens cilíndricas de dentes retos.

## DENTES INCLINADOS OU ESPIRAIS (PALÓIDES)



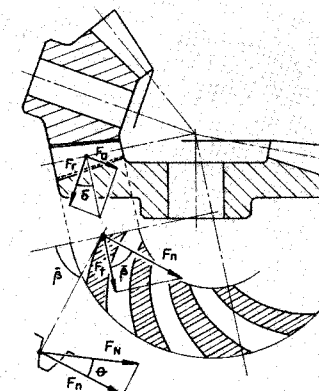
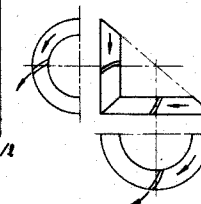
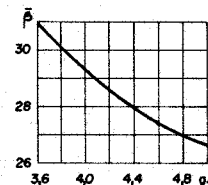
### DADOS CONSTRUTIVOS



$$\psi_{max} \approx \frac{1}{7}$$

$$l \leq \frac{1}{3,5} g$$

$$l \leq 10 m$$



$$M_t = 71620 \frac{N}{n} [\text{kg cm}], \quad N [\text{CV}], \quad n [\text{rpm}]$$

$$F_t = \frac{2 M_t}{d}, \quad F_N = \frac{F_t}{\cos \beta \cos \theta}$$

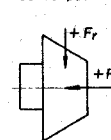
$$F_r = F_t (\tan \theta \frac{\cos \delta}{\cos \beta} \pm \tan \beta \sin \delta)$$

$$F_a = F_t (\tan \theta \frac{\sin \delta}{\cos \beta} \pm \tan \beta \cos \delta)$$

Escolha dos sinais:

	$F_r$	$F_a$	$F_r$	$F_a$
Pinhão	-	+	+	-
Coroa	+	-	-	+

Convenção



$$\text{Para } \delta = \delta_1 + \delta_2 = 90^\circ \Rightarrow \begin{cases} F_{a1} = F_{r2} \\ F_{a2} = F_{r1} \end{cases}$$

### DIMENSIONAMENTO

Estas engrenagens apresentam sempre 2 ou 3 dentes em contacto, o que permite aumentar as tensões de 40-50%.

- O cálculo é o mesmo das engrenagens cônicas de dentes retos, entrando porém nas tabelas e nas fórmulas com o número de dentes fictícios:  $Z_i = \frac{Z}{\cos \delta \cos^3 \beta}$

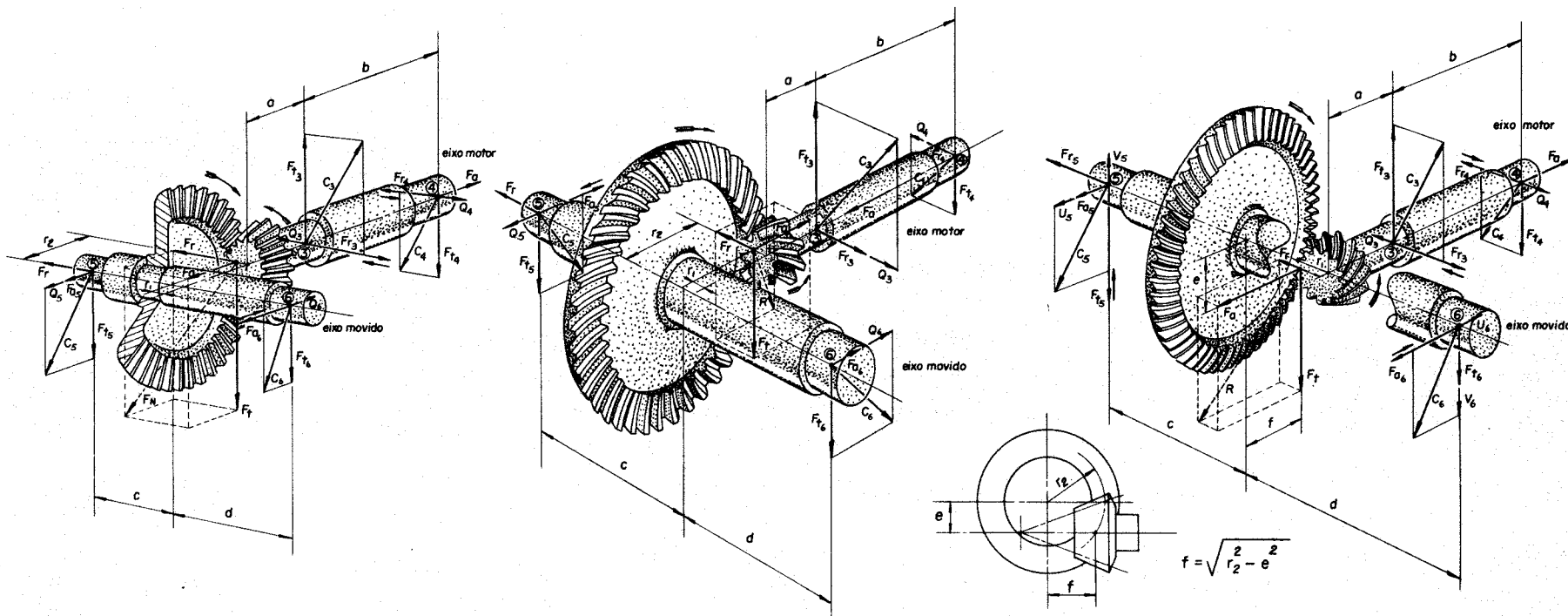
Tensão de trabalho no pé do dente:

$$\frac{q F_t}{l \bar{m}} \leq \bar{\sigma}_t$$

Pressão de rolamento:

$$l \bar{a}^2 \geq \frac{2 X M_t \cos \delta \cos^3 \beta}{k} (1 \pm \psi)$$

# REAÇÕES DOS APOIOS OU CARGA NOS MANCAIS



ENGRENAMENTO CÔNICO COM DENTES RETOS

PINHÃO		CORÔA	
3	4	5	6
$F_{t3} = F_t \frac{a+b}{b}$	$F_{t4} = F_t \frac{a}{b}$	$F_{t5} = F_t \frac{d}{c+d}$	$F_{t6} = F_t \frac{c}{c+d}$
$F_{r3} = F_r \frac{a+b}{b}$	$F_{r4} = F_r \frac{a}{b}$	$F_{o5} = F_o \frac{d}{c+d}$	$F_{o6} = F_o \frac{c}{c+d}$
$Q_3 = F_o \frac{r_1}{b}$	$Q_4 = F_o \frac{r_1}{b}$	$Q_5 = F_r \frac{r_2}{c+d}$	$Q_6 = F_r \frac{r_2}{c+d}$
$C_3 = \sqrt{F_{t3}^2 + (F_{r3} - Q_3)^2}$	$C_4 = \sqrt{F_{t4}^2 + (F_{r4} - Q_4)^2}$	$C_5 = \sqrt{F_{t5}^2 + (F_{o5} + Q_5)^2}$	$C_6 = \sqrt{F_{t6}^2 + (F_{o6} - Q_6)^2}$
	$F_o$	$F_r$	

ENGRENAMENTO CÔNICO COM DENTES PALÓIDES

PINHÃO		CORÔA	
3	4	5	6
$F_{t3} = F_t \frac{a+b}{b}$	$F_{t4} = F_t \frac{a}{b}$	$F_{t5} = F_t \frac{d}{c+d}$	$F_{t6} = F_t \frac{c}{c+d}$
$F_{r3} = F_r \frac{a+b}{b}$	$F_{r4} = F_r \frac{a}{b}$	$F_{o5} = F_o \frac{d}{c+d}$	$F_{o6} = F_o \frac{c}{c+d}$
$Q_3 = F_o \frac{r_1}{b}$	$Q_4 = F_o \frac{r_1}{b}$	$Q_5 = F_r \frac{r_2}{c+d}$	$Q_6 = F_r \frac{r_2}{c+d}$
$C_3 = \sqrt{F_{t3}^2 + (F_{r3} + Q_3)^2}$	$C_4 = \sqrt{F_{t4}^2 + (F_{r4} + Q_4)^2}$	$C_5 = \sqrt{F_{t5}^2 + (F_{o5} + Q_5)^2}$	$C_6 = \sqrt{F_{t6}^2 + (F_{o6} + Q_6)^2}$
$F_o$		$F_r$	

ENGRENAMENTO CÔNICO HIPOIDAL

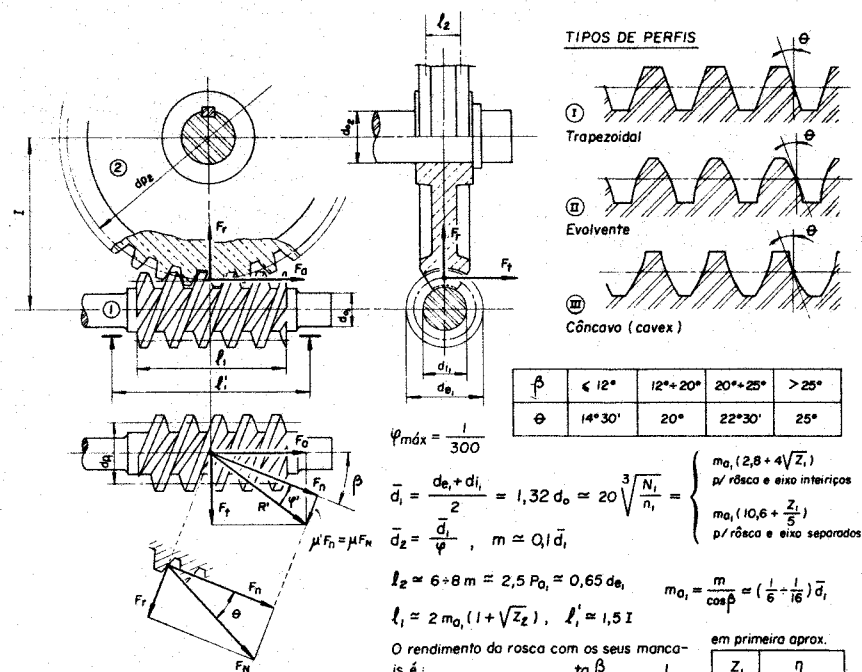
PINHÃO		CORÔA	
3	4	5	6
$F_{t3} = F_t \frac{a+b}{b}$	$F_{t4} = F_t \frac{a}{b}$	$F_{t5} = F_t \frac{d}{c+d}$	$F_{t6} = F_t \frac{c}{c+d}$
$F_{r3} = F_r \frac{a+b}{b}$	$F_{r4} = F_r \frac{a}{b}$	$F_{o5} = F_o \frac{d}{c+d}$	$F_{o6} = F_o \frac{c}{c+d}$
$Q_3 = F_o \frac{r_1}{b}$	$Q_4 = F_o \frac{r_1}{b}$	$U_5 = F_r \frac{f}{c+d}$	$U_6 = F_r \frac{f}{c+d}$
		$V_5 = F_r \frac{e}{c+d}$	$V_6 = F_r \frac{e}{c+d}$
$C_3 = \sqrt{F_{t3}^2 + (F_{r3} - Q_3)^2}$	$C_4 = \sqrt{F_{t4}^2 + (F_{r4} - Q_4)^2}$	$C_5 = \sqrt{(F_{t5} - V_5)^2 + (F_{o5} + U_5)^2}$	$C_6 = \sqrt{(F_{t6} - V_6)^2 + (F_{o6} - U_6)^2}$
	$F_o$	$F_r$	



# COROA E ROSCA SEM-FIM

Não confundir o ângulo de atrito com a relação de transmissão que são indicados com o mesmo símbolo  $\psi$

## 1- DADOS CONSTRUTIVOS



## 2- VELOCIDADES

$V_{o2} = V_1 = \frac{\pi d_{o1} n_1}{60} = \frac{P_{h2} n_2}{60} = \frac{Z_2 P_{o2} n_2}{60} = V_2 \cotg \beta$

$V_2 = V_{o1} = \frac{\pi d_{o2} n_2}{60} = \frac{P_{h1} n_1}{60} = \frac{Z_1 P_{o1} n_1}{60} = V_1 \tg \beta$

$V_g = \frac{V_1}{\cos \beta} = \frac{V_2}{\sin \beta}$

Não confundir o passo da hélice com a altura do dente que são indicados com o mesmo símbolo  $h$ .

## 3- FÔRÇAS E MOMENTOS

— Para efeito de transmissão,  $\eta$  deverá ser sempre considerado

$N_2 = \eta N_1 = \frac{F_{o1} V_{o1}}{75} \eta = \frac{F_{t2} V_2}{75} = \frac{M_{t1} n_1}{71620} \eta = \frac{M_{t2} n_2}{71620}$

$M_{t1} = 71620 \frac{N_1}{n_1} = F_o r_1 \tg (\beta + \psi') (1 + \rho) = F_o r_1 \frac{h + \mu' 2\pi r_1}{2\pi r_1 - h \mu'} (1 + \rho)$   $r_1 = \frac{d_{o1}}{2}$   $h = P_{h1} = P_{o1} Z_1$

$M_{t2} = 71620 \frac{N_2}{n_2} = \eta \frac{M_{t1}}{\psi}$

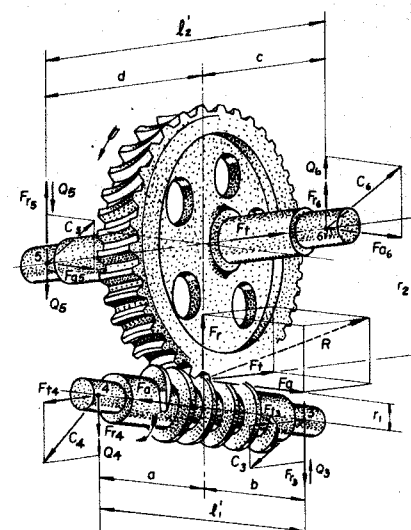
$F_t = \frac{2 M_{t1}}{d_{o1}} = F_o \tg (\beta + \psi')$

$F_o = F_t \cotg (\beta + \psi')$

$F_N = \frac{F_N}{\cos \theta}$ ,  $F_N = R' \cos \psi'$ ,  $F_t = R' \sin (\beta + \psi')$ ,  $R' = \frac{F_t}{\sin (\beta + \psi')} = \sqrt{F_t^2 + F_o^2}$

$F_r = F_N \tg \theta = \frac{F_t}{\sin (\beta + \psi')} \cos \psi' \tg \theta = F_t \frac{\tg \theta}{\sin \beta + \mu' \cos \beta} = \sqrt{F_t^2 + F_o^2} \tg \theta \cos \psi' = F_N \sin \theta$

## 4- DIMENSIONAMENTO DOS EIXOS E CARGAS NOS APÓIOS



Para efeito de dimensionamento:  $F_{t1} = F_{o2}$ ;  $F_{t2} = F_o$

SEM - FIM		COROA	
3	4	5	6
$F_{t3} = F_t \frac{a}{l_1'}$	$F_{t4} = F_t \frac{b}{l_1'}$	$F_{o5} = F_o \frac{r_2}{l_2'}$	$F_{o6} = F_o \frac{r_1}{l_2'}$
$F_{r3} = F_r \frac{a}{l_1'}$	$F_{r4} = F_r \frac{b}{l_1'}$	$F_{t5} = F_t \frac{c}{l_2'}$	$F_{t6} = F_t \frac{d}{l_2'}$
$Q_3 = F_o \frac{r_1}{l_1'}$	$Q_4 = F_o \frac{r_2}{l_1'}$	$Q_5 = F_t \frac{r_2}{l_2'}$	$Q_6 = F_t \frac{r_1}{l_2'}$
$C_3 = \sqrt{F_{t3}^2 + (F_{r3} - Q_3)^2}$		$C_6 = \sqrt{F_{o6}^2 + (F_{t6} - Q_6)^2}$	
$C_4 = \sqrt{F_{t4}^2 + (F_{r4} - Q_4)^2}$		$C_5 = \sqrt{F_{t5}^2 + (F_{r5} - Q_5)^2}$	
$F_o$		$F_t$	
Momentos		Momentos	
Fletor: $M_{f\max} = C_6 a$		Fletor: $M_{f\max} = C_6 c$	
Torcedor: $M_{t1} = F_t r_1$		Torcedor: $M_{t2} = F_o r_2$	
<u>Momento ideal</u>			
$M_i = 0,35 M_f + 0,65 \sqrt{M_f^2 + \alpha_o^2 M_f^2}$			
$\alpha_o = \frac{\bar{\sigma}_f}{1,73 \bar{\sigma}_f}$ , $\bar{\sigma}_f = \frac{M_i}{W_f} = \frac{M_i}{Q_1 d_o^3}$ , $d_o = \sqrt[3]{\frac{10 M_i}{\bar{\sigma}_f}} \leq d_i$			

Definição: Coroa e rosca sem-fim são engrenagens helicoidais com eixos reversos, em geral à 90°

## 5 - DIMENSIONAMENTO

### a- Tensão admissível no dente

$$\sigma_t \approx \frac{F_{t2 \max}}{m \pi l} = \frac{2 M_{t2 \max}}{m \pi l d_{p2}}$$

$$\sigma_t = \frac{0,75 M_{t2 \max}}{d_{p1} d_{p2} m} \leq \bar{\sigma}$$

$$m \geq \frac{0,75 M_{t2 \max}}{d_{p1} d_{p2} \bar{\sigma}} \quad M_{t2 \max} \approx 1,5 M_t$$

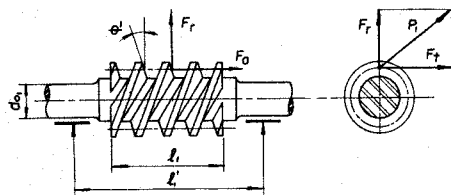
VALORES DE  $\bar{\sigma}$  [kg/mm<sup>2</sup>]

Material da corôa	PERFIL DO DENTE		
	I	II	III
Bronze	2,40	3,00	4,00
Ligas de alumínio	1,15	1,43	1,90
Ligas de Al-Si, ligas de Zn, ferro sinterizado	0,76	0,95	1,27
Ferro fundido	1,045	1,3	1,73

### b- Flexão admissível no eixo da rôsca

$$f = \frac{P_1 l_1^3}{48 E J} = \frac{P_1 l_1^3}{5 \cdot 10^4 d_{o1}^4} \leq \frac{d_{p1}}{1000}$$

$$\text{em que: } P_1 \approx \sqrt{F_r^2 + F_t^2} = \frac{2 M_{t1}}{d_{p1}} \sqrt{\left(\frac{\tan \theta'}{\tan \beta}\right)^2 + 1}$$



$$d_{o1}^4 \geq \frac{l_1^3 M_{t1}}{2,5 d_{p1}^2} \sqrt{\left(\frac{\tan \theta'}{\tan \beta}\right)^2 + 1}$$

### c - Pressão de rolamento

$$k = \frac{4 F_a}{d_{p1} d_{p2} Y_4} = \frac{8 M_{t2}}{d_{p1} d_{p2} Y_4} \leq \bar{K} \text{ [kg/mm}^2\text{]} \quad d_{p1}^3 \geq 8 \frac{\varphi M_{t1}}{\tan^2 \beta \bar{K} Y_4}$$

VALORES DE  $Y_4$  ( $Y_4$  = fator de perfil do dente para:  $m = 0,1 d_{p1}$ ,  $l = 0,8 d_{p1}$ )

tg β	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
Perfil I II	1,63	1,44	1,32	1,2	1,12	1,05	1,0	0,98	0,97	0,97
III	2,4	2,28	2,18	2,1	2,06	2,04	2,02	2,01	2,0	2,0

VALORES DE  $\bar{K}$  [kg/mm<sup>2</sup>]

CORÔA	SEM-FIM	
	não temperado	temperado e retificado
Bronze	0,24	0,50
Ligas de alumínio	0,15	0,32
Ligas de Al-Si	—	0,34
Ligas de Zn	0,13	—
Ferro sinterizado ( $V_g < 2$ m/s)	0,12	0,32
Ferro fundido ( $Z_2 \geq 25$ dentes)	0,10	0,20

### d - Aquecimento

$$\Delta t \leq 60^\circ \text{C}$$

$$Q = c G \Delta t = \frac{75 \cdot 3600 N}{427} (1 - \eta) \text{ [cal/h]}$$

$$\left(\frac{l}{100}\right)^2 \geq \frac{N_1 Y_1 Y_2 Y_3}{1 + 2,8 \left(\frac{n_1}{1000}\right)^{2/3}} \quad \text{Caixa comum sem ventilação}$$

$$\left(\frac{l}{100}\right)^2 \geq \frac{N_1 Y_1 Y_2 Y_3}{1 + 6 \left(\frac{n_1}{1000}\right)} \quad \text{Caixa comum com ventilação}$$

$$Y_1 = \text{fator de duração da transmissão} \begin{cases} = 1 \text{ para serviço contínuo} \\ = 0,5 \text{ serviço intermitente } \left\{ \begin{array}{l} 50\% \text{ do tempo} \\ \text{parado} \end{array} \right. \end{cases}$$

$Y_2$  = fator de relação de transmissão

$Y_2$	$\varphi$
0,86	1/5
0,91	1/7,5
1,00	1/10
1,23	1/15
1,47	1/20
1,70	1/25
1,94	1/30
2,44	1/40
3,08	1/50
3,60	1/60

$Y_3$  = fator de acabamento superficial

Sem-fim com perfil III: 0,7 dos valores abaixo.

$Y_3$	Sem-fim com perfil I-II	Corôa
1	Aço temperado retificado	Bronze
1,15		Liga de alumínio
1,25		Ferro fundido
1,17		Bronze
1,17	Aço temperado sem retificar	Liga de zinco
1,35		Liga de alumínio
1,35		Ferro sinterizado
1,43		Ferro fundido
1,15	Ferro fundido sem retificar	Bronze
1,33		Ferro fundido

### e - Lubrificação

Graxa — para pequenas velocidades

Óleo — para grandes velocidade e grandes pressões

Maior velocidade — menor viscosidade

$$\text{Para } \Delta t \leq 80^\circ \text{C} \quad \eta^\circ \text{E} \approx \sqrt{\frac{100}{V_g}} \quad \text{viscosidade em graus Engler}$$

$V_g > 10$  m/s — lubrificação por imersão

$V_g \geq 5$  m/s — lubrificação por salpico

### f - Coeficiente de atrito

$$\mu = \frac{0,051 Y_3}{\sqrt{0,4 + V_g}}$$

## 6 - CÁLCULO ANTIGO

$$P_{a1} = P_{c2} \quad F_{t2} = \frac{75 N_2}{V_2} = c \ell' P_n = c \ell P_{c2}$$

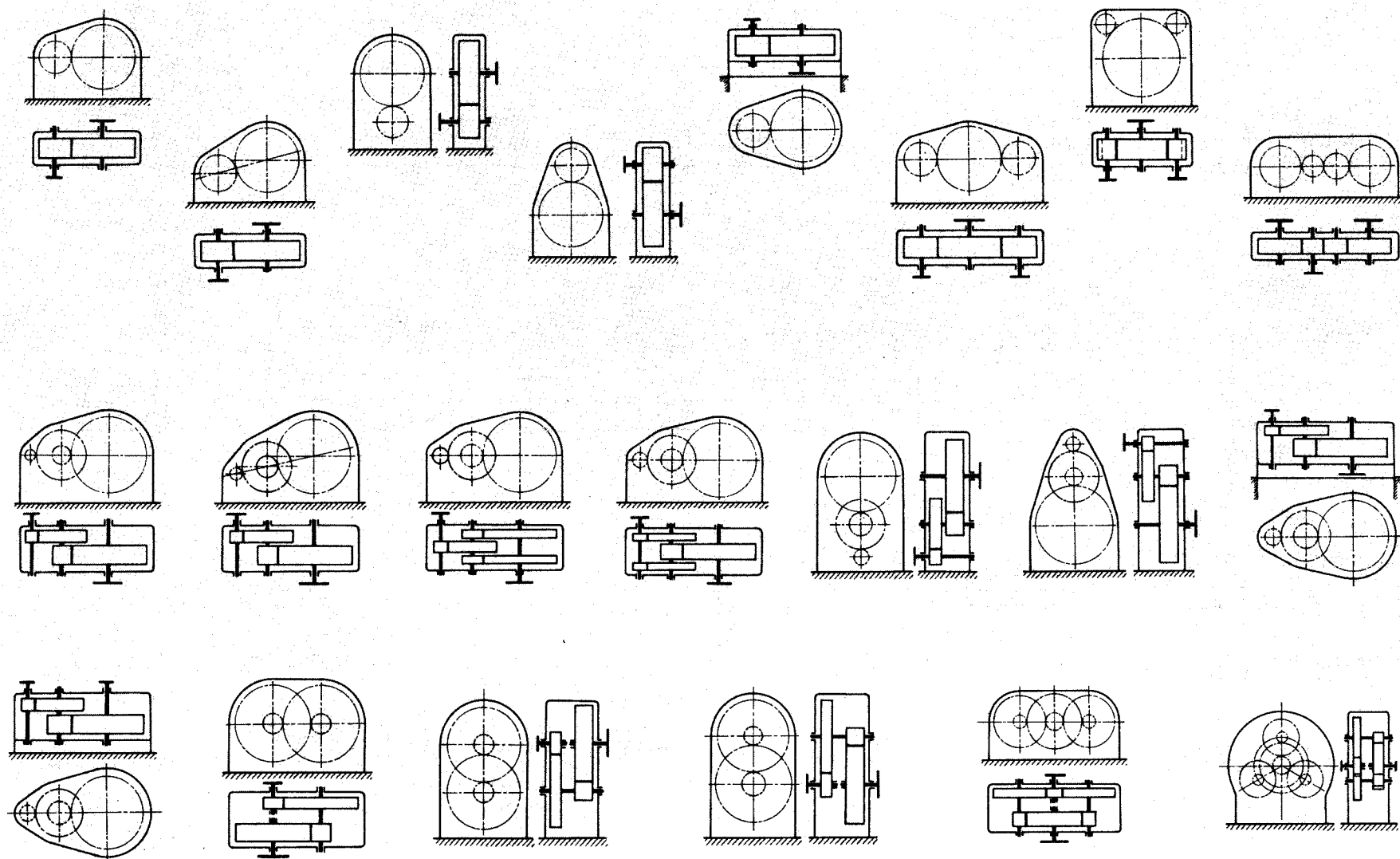
$$\text{Fazendo } \psi = \frac{\ell}{P_{c2}} = 2,5$$

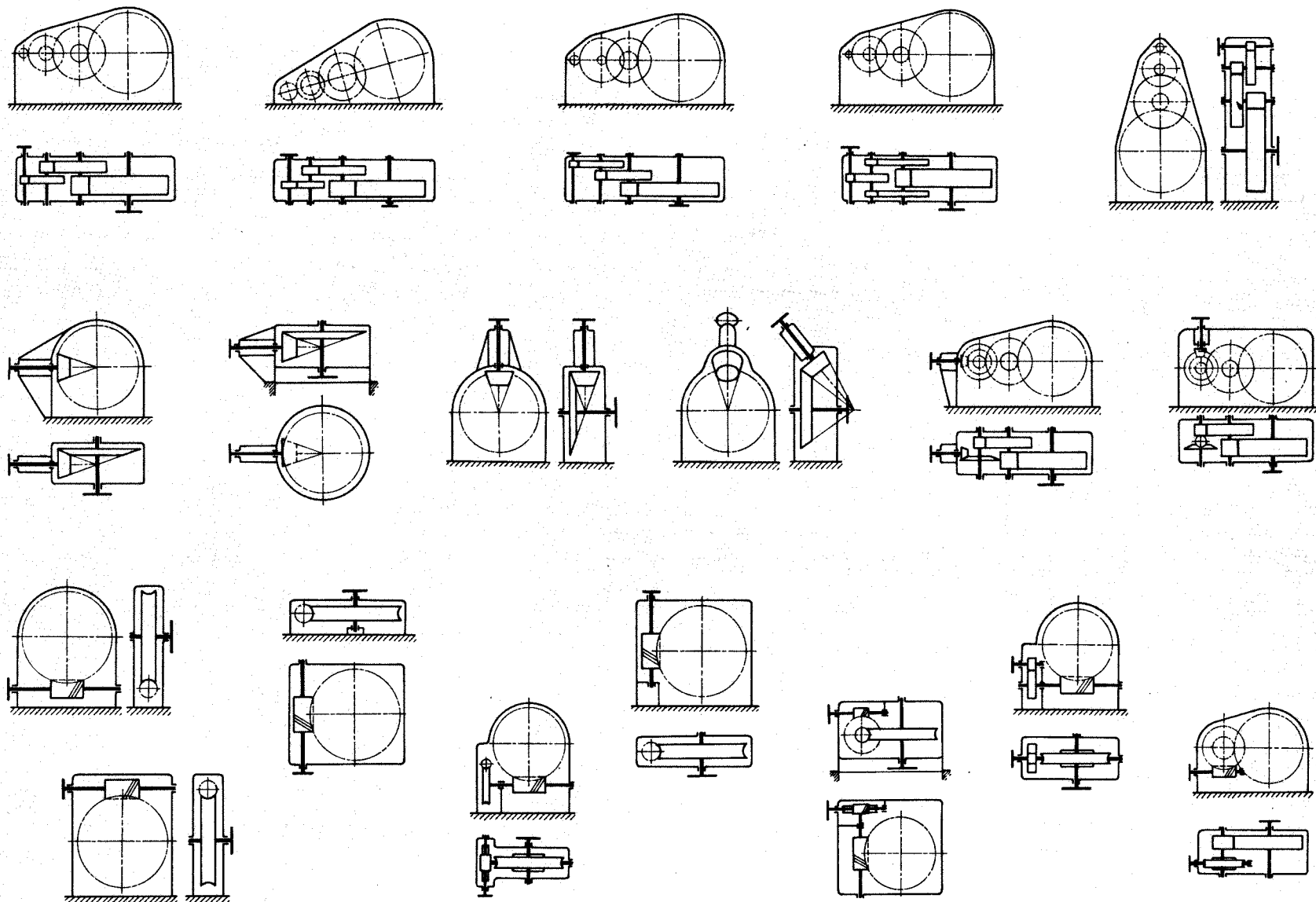
$$m_{c2} = m_{a1} = \frac{3,2 F_{t2}}{c \ell} = 5,85 \sqrt{\frac{M_{t2}}{c \psi Z_2}} = 5,85 \sqrt{\frac{M_{t1}}{c \psi Z_1}} = 2,44 \sqrt{\frac{N_2}{c \psi Z_2 n_2}}$$

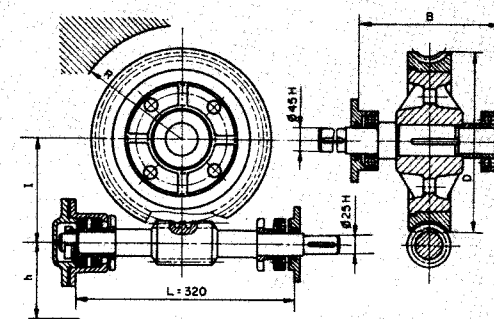
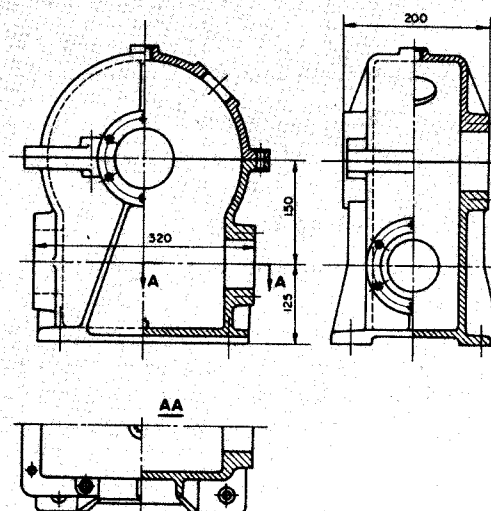
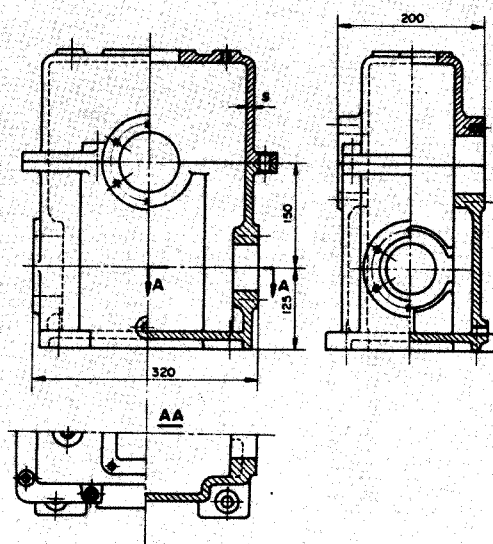
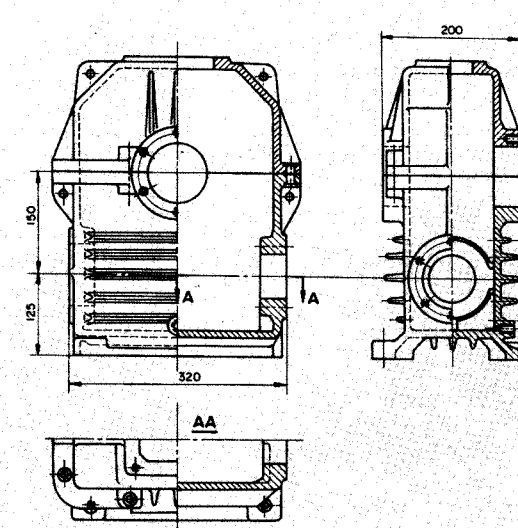
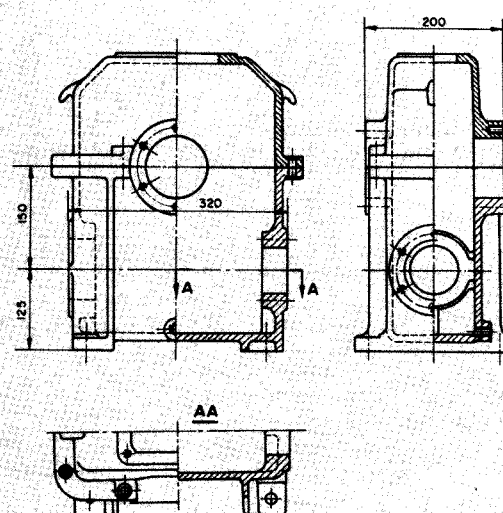
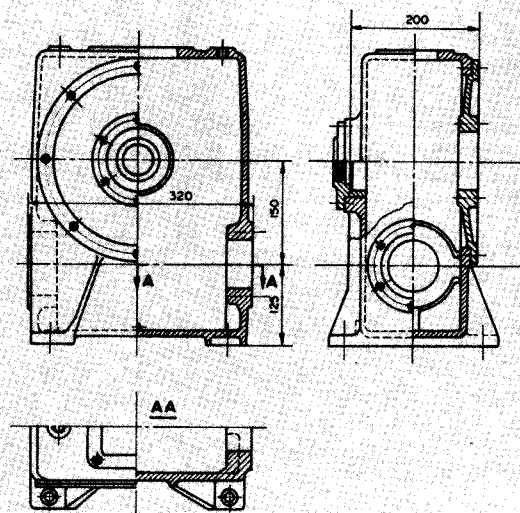
$\psi$  se refere sempre ao material da corôa.

Serviço	Material da corôa	c [kg/cm <sup>2</sup> ]
Intermitente	Ferro fundido	20 ÷ 30
	Aço fundido ou bronze fosforoso	30 ÷ 40
	Bronze de alumínio	40 ÷ 50
Contínuo	Ferro fundido $V_g \leq 3$ m/s	$\frac{80}{2 + V_g}$
	Bronze $V_g \leq 10$ m/s	$\frac{120}{2 + V_g}$
	Aço $V_g \leq 10$ m/s	$\frac{500}{2,75 + V_g}$

# REDUTORES DE VELOCIDADE



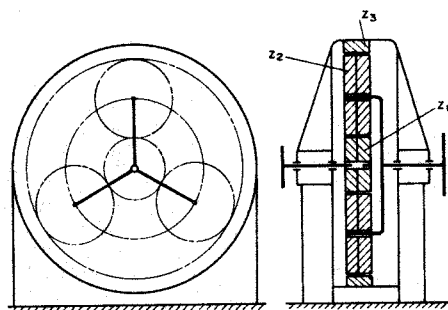




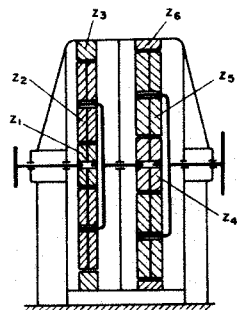
$i = 10$  entradas  $m = 5$  mm  $z = 50$  dentes

$I = 150$  mm

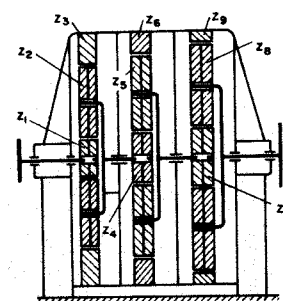
$R = \frac{D}{2} + (1 \div 1,5) S$



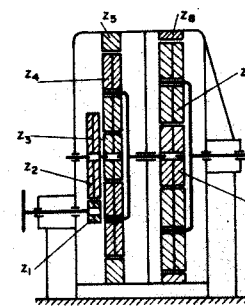
$$\varphi = 1 + \frac{z_3}{z_1}$$



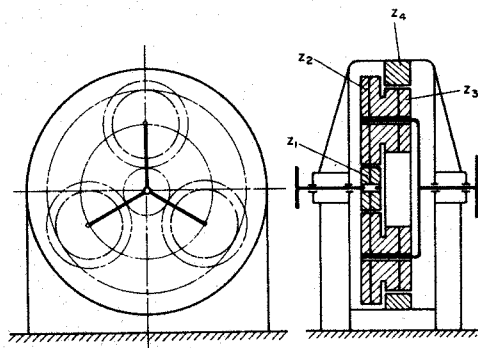
$$\varphi = \left(1 + \frac{z_3}{z_1}\right) \left(1 + \frac{z_6}{z_4}\right)$$



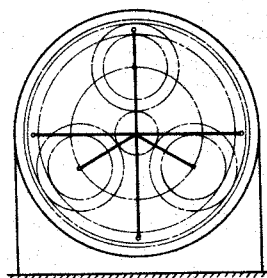
$$\varphi = \left(1 + \frac{z_3}{z_1}\right) \left(1 + \frac{z_6}{z_4}\right) \left(1 + \frac{z_9}{z_7}\right)$$



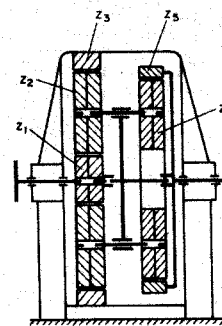
$$\varphi = \frac{z_2}{z_1} \left(1 + \frac{z_5}{z_3}\right) \left(1 + \frac{z_8}{z_6}\right)$$



$$\varphi = 1 + \frac{z_2}{z_1} \frac{z_4}{z_3}$$

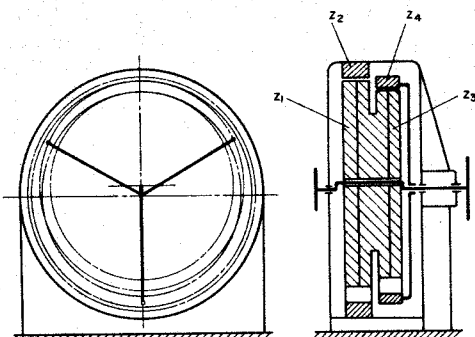


$$\varphi = \left(1 + \frac{z_3}{z_1}\right) / \left(1 + \frac{z_3}{z_2} \frac{z_4}{z_5}\right)$$

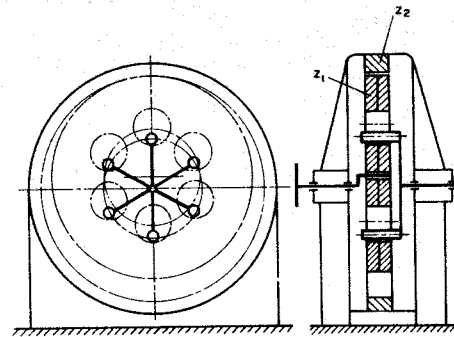


$\varphi$  = relação de transmissão entre a saída e a entrada.

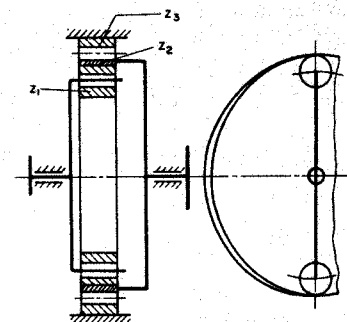
$z$  = número de dentes das engrenagens



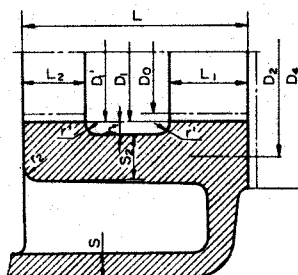
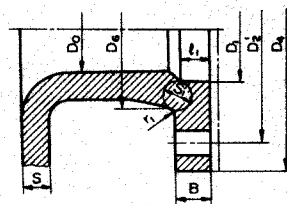
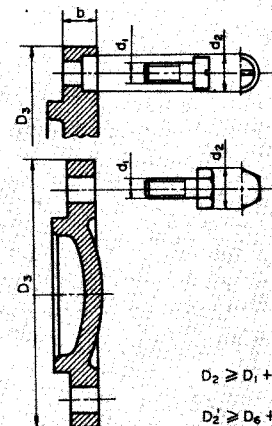
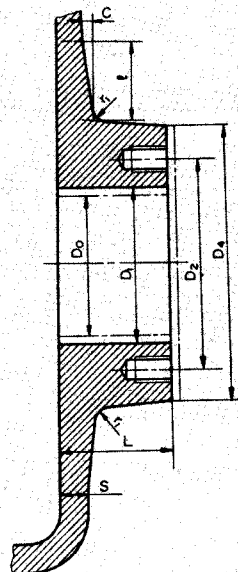
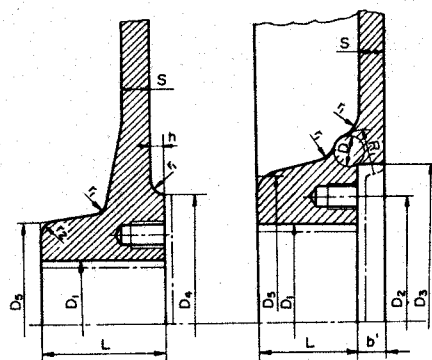
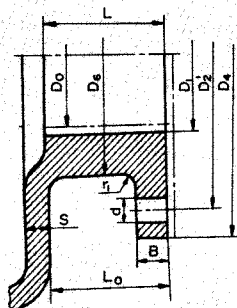
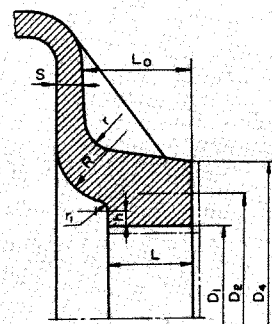
$$\varphi = 1 / \left(1 - \frac{z_3}{z_4} \frac{z_2}{z_1}\right)$$



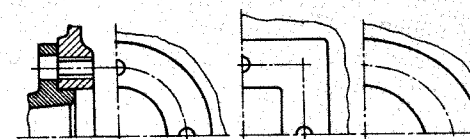
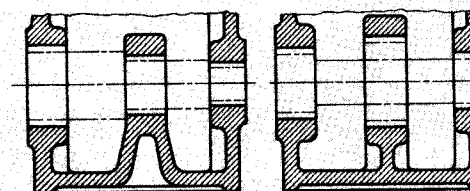
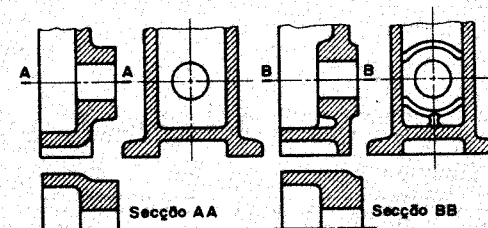
$$\varphi = z_1 / (z_1 - z_2)$$

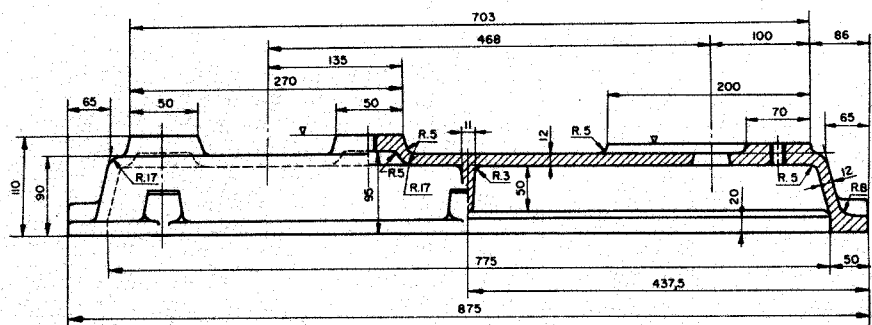


$$\varphi = z_2 (z_3 - z_2)$$

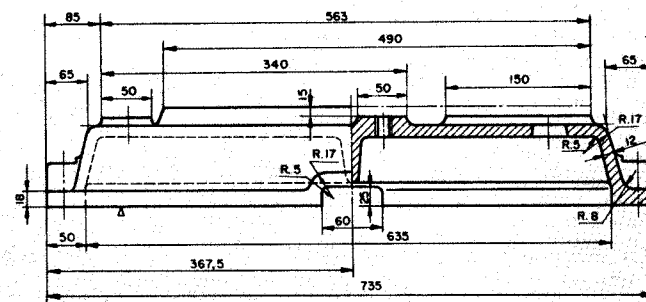


- $D_2 \geq D_1 + 2,3 d_1$   
 $D_2 \geq D_0 + 2 r_1 + 1,1 d_2$   
 $D_3 \geq D_1 + 2,5 S$   
 $D_3 \geq D_2 + 1,25 d_2$   
 $D_4 \geq 1,02 D_3 + \Delta$  (qualquer)  
 $r_1 = (0,09 - 0,017) (S_0 + S)$   
 $S_0 = 0,5 (D_4 - D_0)$   
 $C, \ell$  v. páginas anteriores  
 $S' = 1,2 S \div (S + C)$   
 $r' = 0,25 S$   
 $h \geq 0,3 S$   
 $r_1 = h + r'$   
 $D \geq (1,25 - 1,3) S$   
 $r_2 = (0,25 - 0,5) S$   
 $S_1 \geq S$   
 $S_2 \geq 1,2 S$   
 $\sigma' \leq \sigma$   
 $D_1 \geq D_0 + \text{folga}$   
 $\ell_1 \geq 0,6 S$   
 $B \geq k S \quad k \geq (0,9 - 1,5)$

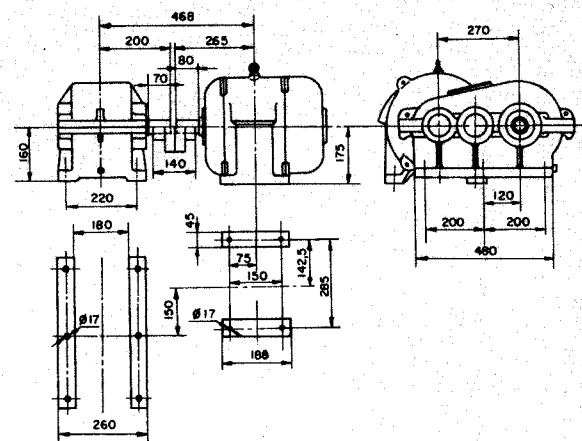
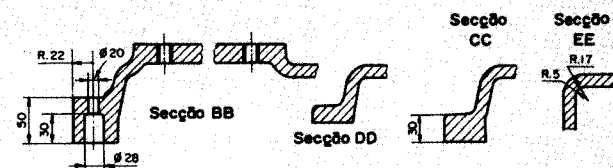
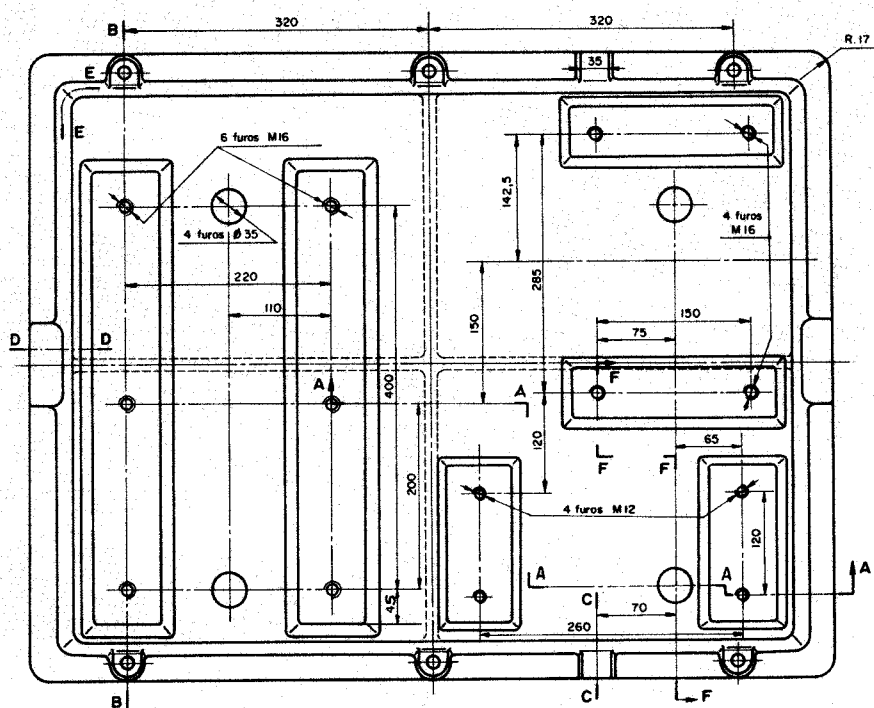




CORTE AA

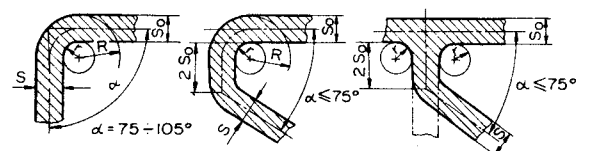
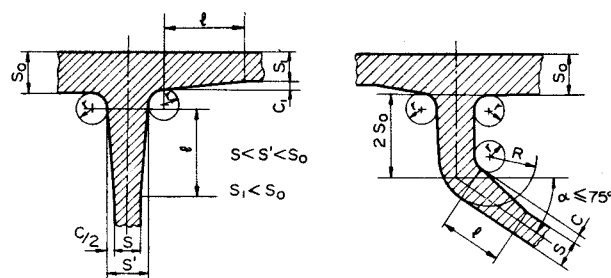
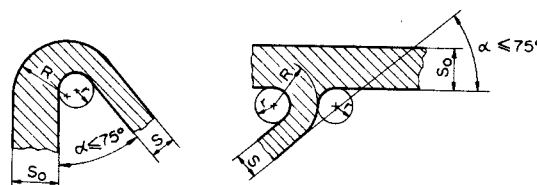
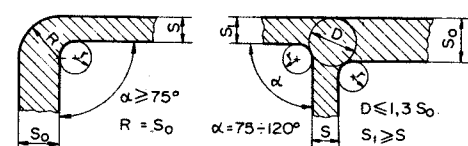
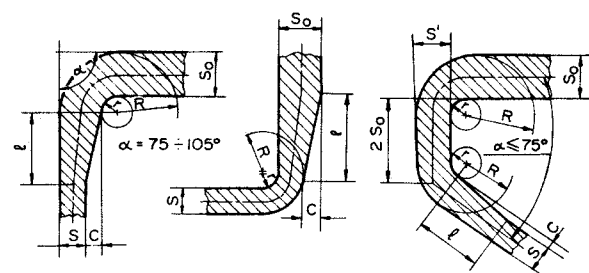
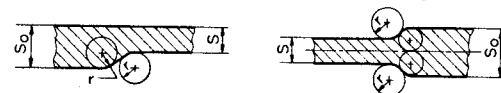
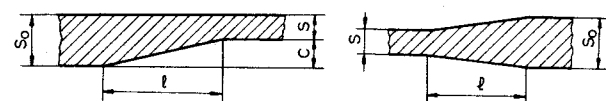


CORTE FF





# REFORÇOS E ARREDONDAMENTO



$C/l \leq 0,25$ $l \geq 4C$		$C/l \leq 0,2$ $l \geq 5C$		
$S_0/S$	$< 1,25$	$1,25 \div 1,8$	$1,8 \div 2,5$	$> 2,5$
C	0	$S_0 - S$	$0,8 C_0 - S$	$0,7 S_0 - S$
$S_0/S$	$\alpha \leq 75^\circ$	$\alpha = 75 \div 105^\circ$	$\alpha > 105^\circ$	
$< 1,25$	$R = S + r$			
$> 1,25$	$R = S + C + r$			
$r = (0,1 \div 0,17) (S_0 + S)$				
$r = 1, 2, 3, 5, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 40 \text{ mm.}$				

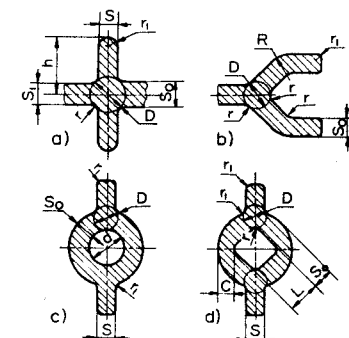
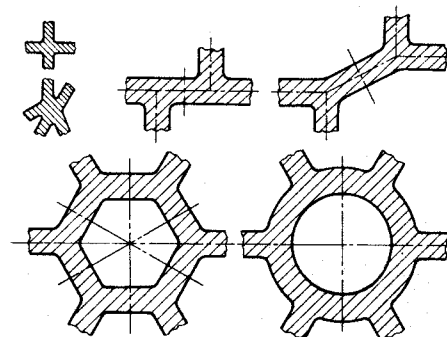
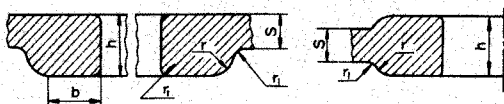
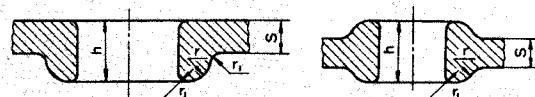
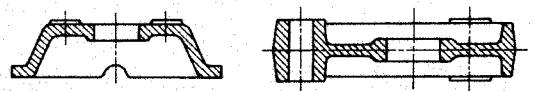
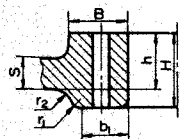
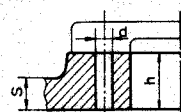
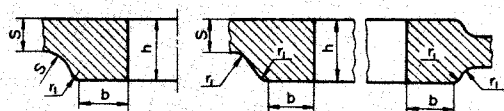


fig.	h	S	S <sub>l</sub>	C	R	r	r <sub>1</sub>	D
a	3	0,5	0,6	—	—	0,3	0,25	1,25
b	—	—	—	—	1,5	0,5	0,25	1,25
c	—	8,0	—	—	—	0,5	0,25	1,25
d	—	1,0	—	0,5	—	0,25	0,25	1,25

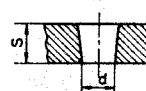
Esses valores deverão ser multiplicados por  $S_0$ .



$$r = 0,75 S \quad r_1 = 0,25 S \quad b \geq 1,5 S \quad h = (1,5 \div 2) S$$

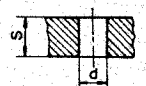


$$\begin{aligned} r_1 &= 0,25 S \\ r_2 &= 0,5 S \\ h &= (1,3 \div 1,75) S \\ H &= h + (0,5 \div 1) S \\ b &\geq 1,5 S \geq 2,5 d \\ b_1 &< B \end{aligned}$$



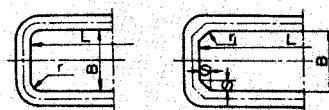
Conicidade 1:10

S	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20
d	8	10	12	14	16	18	20	22

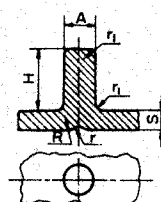
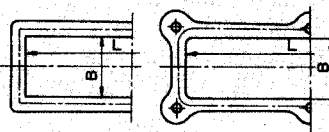


$P/d \geq 50 \text{ mm}, d \leq 5 S$

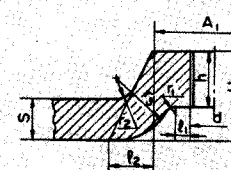
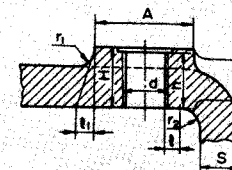
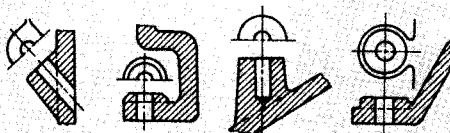
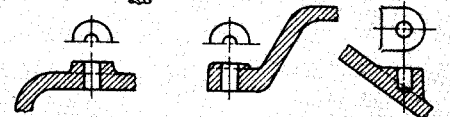
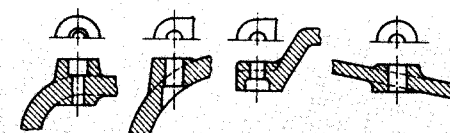
S	6-10	12-18	20-30	32-38	40-50
d	S	0,75 S	0,5 S	0,4 S	0,35 S



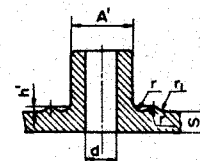
$$\begin{aligned} r &\geq S \\ r_1 &\geq 0,25 S \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} H &\leq 4 S \\ A &\leq 1,5 S \\ R &= 1,5 S \\ r &= 0,5 S \\ r_1 &= 0,25 S \end{aligned}$$



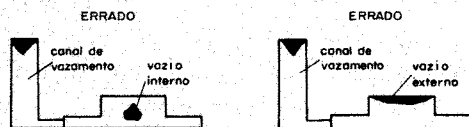
$$\begin{aligned} A &\geq (2,2 \div 2,5) d \quad r_1 = 0,25 S \quad r_2 = 0,5 S \quad r_3 = r_2 + S \\ H &\leq 2,2 S \quad \ell_1/H = (0,25 \div 0,5) \\ H &\geq 2,2 S \quad \ell_1/H = (0,3 \div 0,75) \quad A_1 \geq 2 (\ell_1 + r_1) + d \end{aligned}$$



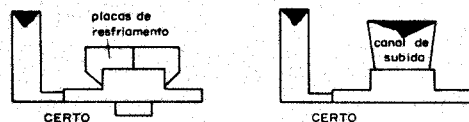
$$\begin{aligned} A' &= 3 S \\ d &= 1,5 S \\ \frac{A-d}{2} &\geq 6 \text{ mm} \\ h' &= 0,35 S \end{aligned}$$

# REGRAS DE PROJETO PARA PEÇAS FUNDIDAS

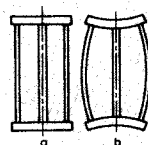
## I - CONSIDERAÇÕES PARA EVITAR TENSÕES E FORMAÇÃO DE BOLHAS



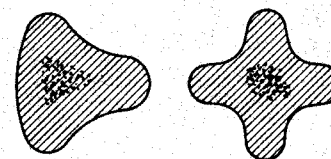
Formação de vazios em peças fundidas em moldes.



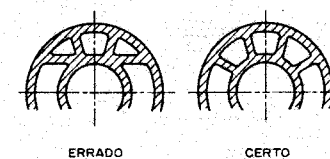
Maneiras de evitar a formação de vazios.



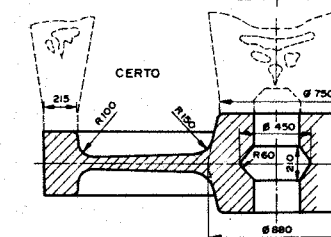
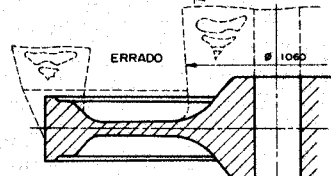
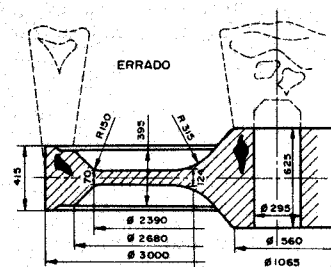
Empenamento de uma peça fundida b devido a um resfriamento desigual. Encurtam-se as partes espessas, solidificadas posteriormente. Em a mostra-se o modelo.



Há formação de bolhas quando as várias secções têm uma forma desvantajosa, como em secções de paredes grossas em forma de T ou em cruz.



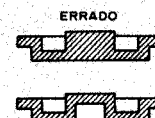
Há formação de bolhas nos pontos de passagem e de união de nervuras onde exista acúmulo de material.



Volante

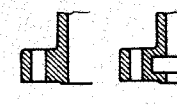


Se o arredondamento da concordância entre superfícies for muito grande, originam-se vazios e se muito pequeno originam-se tensões.



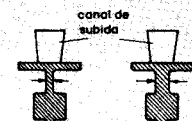
CERTO

Deve-se dar maior uniformidade possível na espessura das paredes.



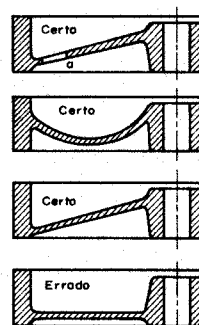
ERRADO

CERTO

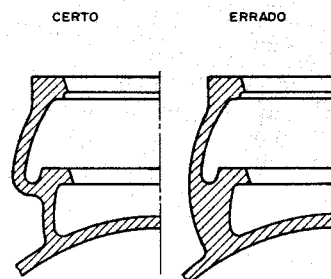


ERRADO

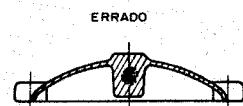
CERTO



O fundo inclinado ou abaulado compensa as tensões internas. Convém prever saída de ar, como em a.



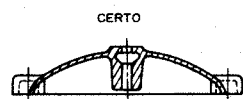
Há formação de bolhas em secções grossas das peças tais como em coroas e cubos de volantes, coroas fundidas e rodas dentadas, discos, etc.



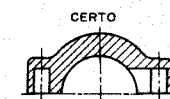
ERRADO



ERRADO



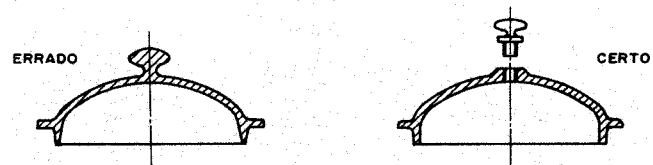
CERTO



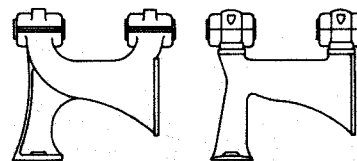
CERTO

Há formação de bolhas em bôcos, olhas e outras partes onde se deixa acréscimo de material para usinagem. Estas partes devem ser projetadas com muito critério.

## 2 - SUBDIVISÃO DAS PEÇAS



Separar as peças complicadas e fabricá-las separadamente.

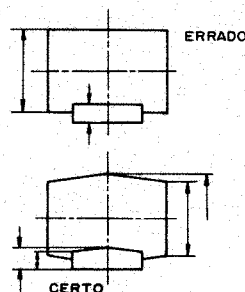
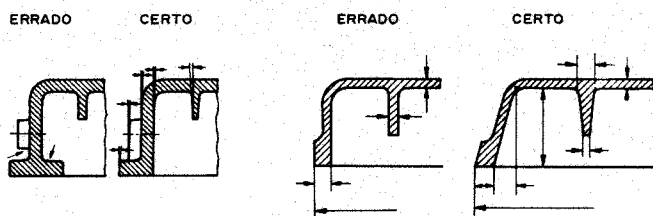


ERRADO

CERTO

Partes de máquinas tais como mancais, prensa-estopas, torneiras, válvulas, etc. nunca devem ser fundidas em conjunto com a peça principal. Estas peças, geralmente fabricadas em série e tamanhos padronizados, são consideravelmente mais baratas do que se a usinagem se fizer em conjunto com a peça principal, o que exige máquinas grandes.

## 3 - CONSIDERAÇÕES SOBRE OS MOLDES



ERRADO

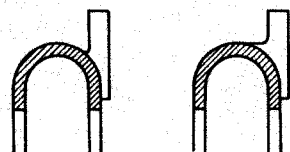
ERRADO

CERTO

ERRADO

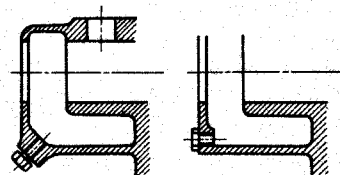
CERTO

Deve-se sempre pensar na possibilidade de retirar o modelo do molde. Fazer a inclinação de saída tão grande quanto possível e indicá-la no desenho. Dessa forma o trabalho do moldador torna-se mais fácil e mais barato, o molde fica perfeito e não há necessidade de retocá-lo.



ERRADO

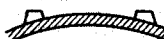
CERTO



ERRADO

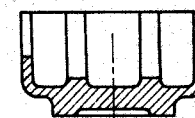
CERTO

ERRADO

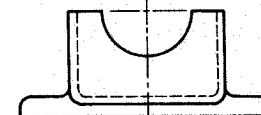


CERTO

Inconveniente  
Exige 3 caixas de molde

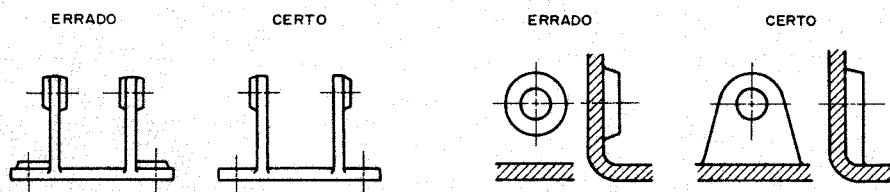


Conveniente  
Exige só 2 caixas de molde

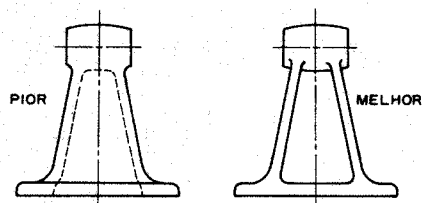


Evitar recortes. Cada recorte exige, ou um macho especial, ou uma divisão a mais do modelo. Ambos os casos devem ser evitados, o que sempre se torna possível dando à peça uma forma conveniente.

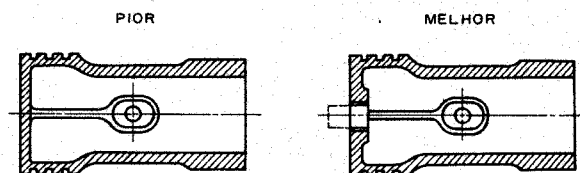
Fazer a construção de tal forma que a divisão do modelo se torne simples. Evitar divisões múltiplas.



As peças tais como aiais, apoios, batentes e costelas quando não puderem ser fundidas separadamente devem ser dispostas de modo a ficarem rígidas com o corpo principal, de modo a poderem ser retiradas com ele sem sofrer deslocamentos de posição.

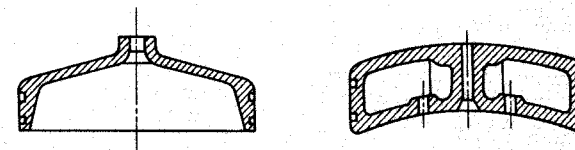


Evitar os machos o mais possível. A construção com nervuras geralmente merece preferência por ser mais barata e de execução mais simples.

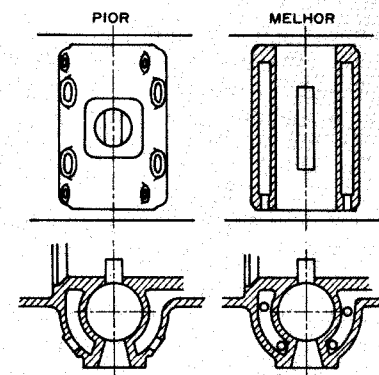


b) Prever apoio seguro, sem necessidade de calços de machos, prevendo-se, quando necessário aberturas no macho que, simultaneamente sirvam de saída do ar.

No caso do projeto dos machos indispensáveis deve ser previsto a), b) e c):

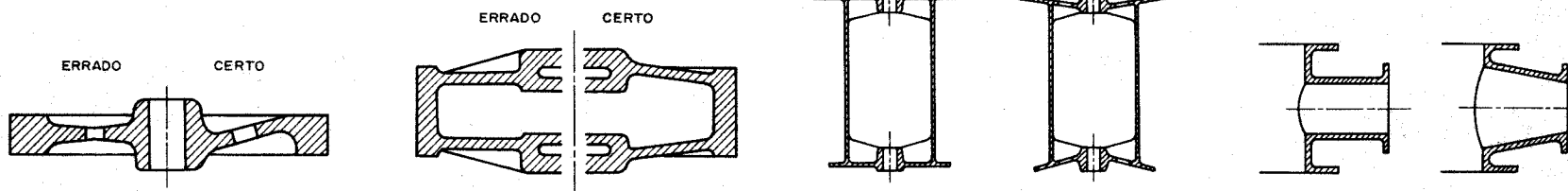


a) Prever a saída suficiente para o ar.



c) Prever a possibilidade de retirar a massa e o ferro dos machos.

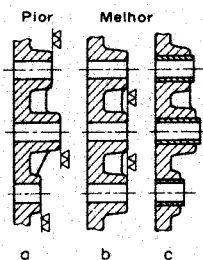
#### 4 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A CORRIDA DA COADA



A peça deve ser disposta de forma que o ar encontra a saída para cima. Devem ser evitadas as grandes superfícies planas. A coada deve ter a possibilidade de subir constantemente até o fim da corrida. Quando o material encontra uma superfície horizontal, bolhas de gás nela se depositam.

# REGRAS DE PROJETO PARA PEÇAS USINADAS

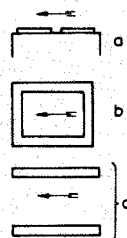
## 1 - SUPERFÍCIES USINADAS



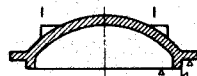
Procurar colocar no mesmo nível as superfícies usinadas (b) ou montar buchas previamente usinadas (c).



A altura das faces de assentamento deve ser escolhida de acordo com o tamanho da peça.

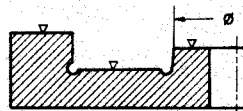


a - errado ;  
b - desvantajoso, nenhuma economia de tempo.  
c - bom, grande economia de tempo.

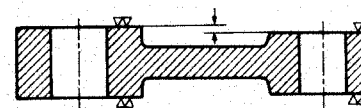


Tampa com orelhas (l) para fixação, a fim de permitir a usinagem completa após apenas uma fixação na máquina.

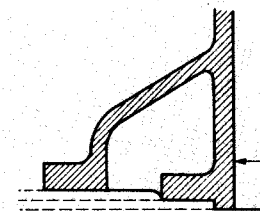
As faces de assentamento situadas no mesmo lado da peça e superfícies adjacentes que devem ser usinadas tem de ser da mesma altura, pois assim a usinagem é possível com uma única sujeição da peça e sem alterar a ajustagem da ferramenta.



Desvantajoso e caro

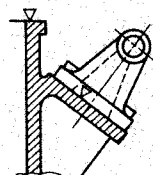


Desvantajoso e caro

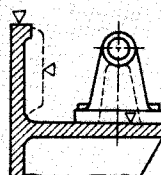


Desvantajoso

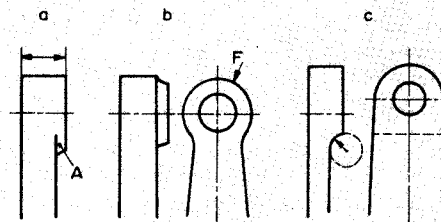
Errado



Certo



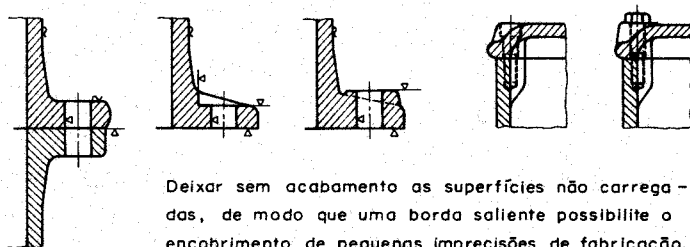
As faces de assentamento oblíquas às outras requerem uma sujeição e nivelamento bastante difícil e demorado.



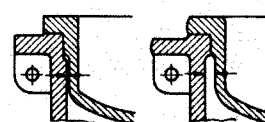
a) é desvantajoso, pois o acabamento em A deve ser feito à mão. b) melhor, quando forjado em matrizes, F fica em bruto. c) para formas fresadas.

## 2 - ACABAMENTO SUPERFICIAL E AJUSTES

Fazer acabamento de fina qualidade somente em superfícies de deslize ou de vedação.



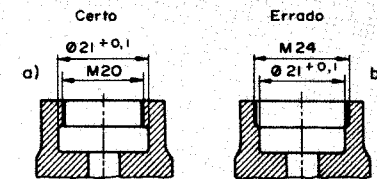
Deixar sem acabamento as superfícies não carregadas, de modo que uma borda saliente possibilite o encobrimento de pequenas imprecisões de fabricação.



Pior

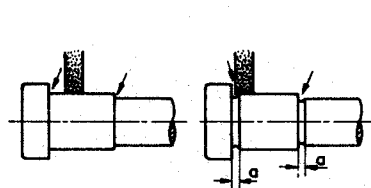
Melhor

Afastar suficientemente as superfícies usinadas.



Em a) a medida  $\varnothing 21$  somente pode ser verificada com o emprego de um instrumento especial. Em b) basta um calibre de rosca.

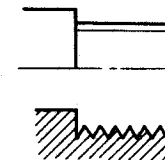
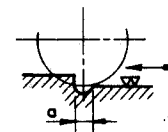
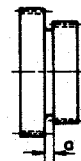
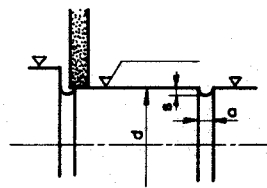
### 3 - CONSIDERAÇÕES QUE FACILITAM A USINAGEM



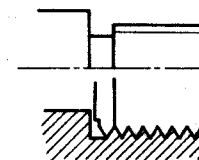
Errado

Certo

As faces que sofrem usinagem devem ficar bastante afastadas de paredes ou costelas, a fim de que as ferramentas não esbarrem. Deve-se, portanto, prever as saídas suficientemente amplas.

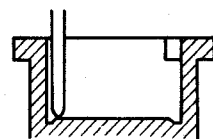
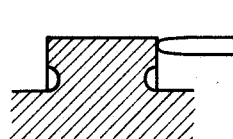


Errado

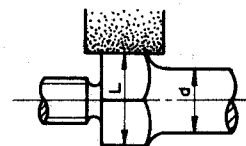


Certo

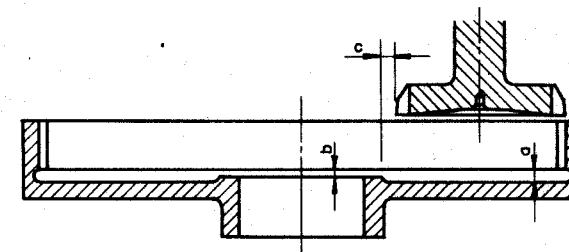
É preciso deixar espaço livre para a saída do bedame nos filetes abertos no tórno.



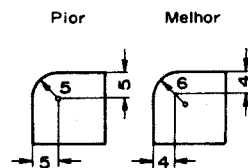
As faces de assentamento usináveis apenas com ferramentas compridas devem ser evitadas, pois a ferramenta fica sujeita a vibrações.



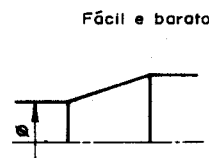
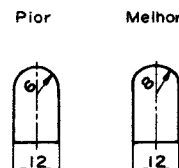
L deve ser maior que d.



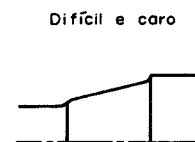
Na usinagem de rodas dentadas internamente pelo processo de desenvolvimento, é preciso que haja bastante folga do lado do cubo da roda.



Quanto a arredondamentos usinados, são mais baratos os não concordantes.

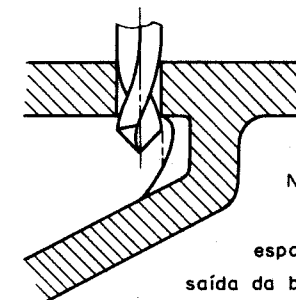


Fácil e barato



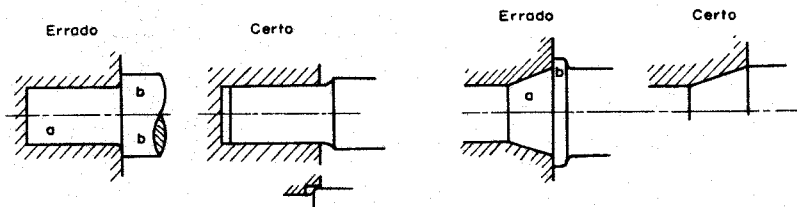
Difícil e caro

Devem ser evitados as concordâncias cônicas. Elas dificultam o torneamento e a medição do cone.

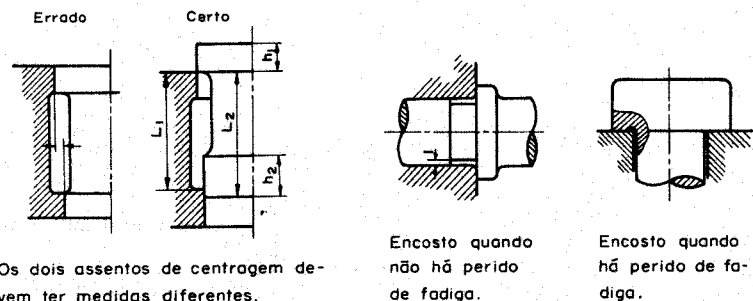


Na saída dos furos deve ser previsto espaço suficiente para saída da broca bem como do macho para rosca se for o caso.

#### 4 - BATENTES E CENTRAGENS



Os batentes e assentos de centrage não devem causar superdeterminação. Assentamento simultâneo em a e b é impossível.

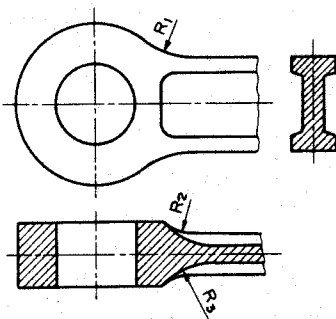


Os dois assentos de centrage devem ter medidas diferentes.

Encosto quando não há perigo de fadiga.

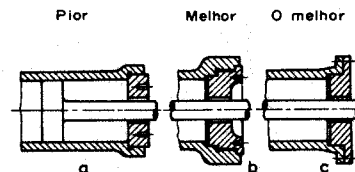
Encosto quando há perigo de fadiga.

#### 5 - ARREDONDAMENTOS E CONCORDÂNCIAS

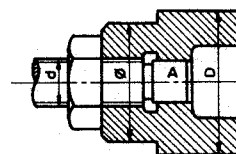


Os raios  $R_1$ ,  $R_2$  e  $R_3$  devem ter a mesma medida, de modo que uma chapa-calibre e uma fresa seriam suficientes para sua execução e verificação.

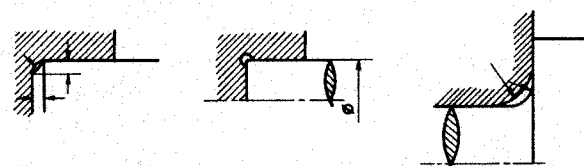
Roscas não proporcionam centrage.



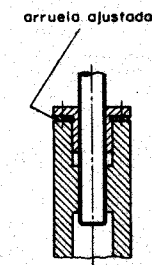
Prever ressalto especial de centrage (b) ou se for o caso dispensar as rosas.



Centragem em A.

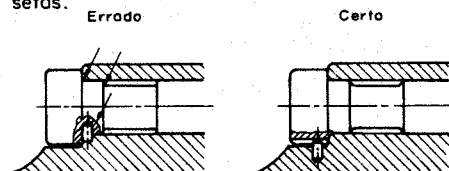


As peças centradas devem ter folga nos cantos ou nas faces de encosto.



Ajustagem de rosca por meio de bucha rosca e arruela ajustada.

Perigo de ruptura nos pontos marcados com setas.



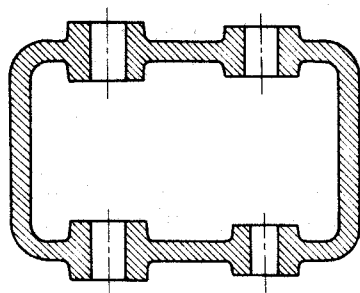
Devem ser evitados os entalhes de cantos vivos e as concordâncias bruscas. Cada ponto destes é o início de uma ruptura.



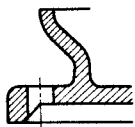
Desvantajoso para fresagem. A usinagem obriga o uso de fresas especiais e custo elevado.



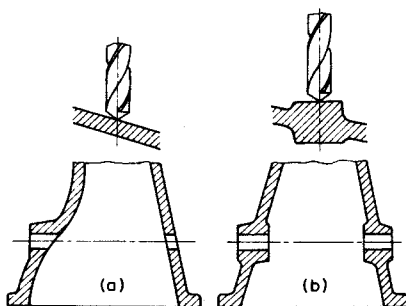
## 6 - ABERTURAS, FUROS E CAVIDADES



Os diâmetros dos furos de uma peça devem ser escolhidos de forma que o maior número possível possa ser aberto com a mesma broca. Não sendo possível usar buchas.

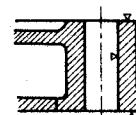
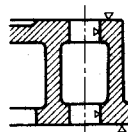


Este furo não pode ser aberto de cima e a face inclinada em baixo dificulta a abertura por baixo. A solução seria alterar o traçado da base ou fundir deixando o furo em bruto.

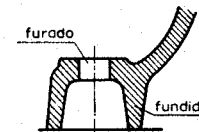


Errado

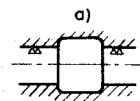
Certo



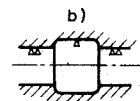
Os furos compridos e largos, fundidos em bruto, cujo acabamento seja feito em máquinas de broquear ou máquinas de furar radiais, recebem, geralmente uma cavidade de alívio. Se os furos levarem buchas ajustadas, é preferível não prever a cavidade para facilitar a operação com alargador.



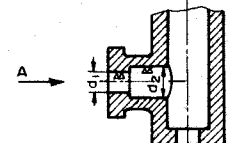
Os furos deixados em bruto na fundição devem ter os diâmetros sensivelmente maiores do que os respectivos parafusos de passagem.



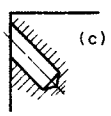
Bom e barato



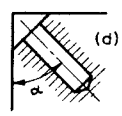
Caro



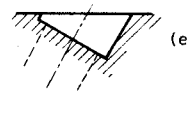
Furos concêntricos de diâmetros crescentes são difíceis de usar do lado do diâmetro menor (A). A solução seria prever em (B) uma abertura que seria fechada com uma tampa ou um flange cego. Em muitos casos será possível fazer a redução  $d_2$  e  $d_1$  por meio de uma bucha. Outros exemplos são mostrados em (a) e (b).



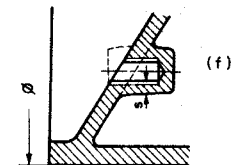
Errado



Certo

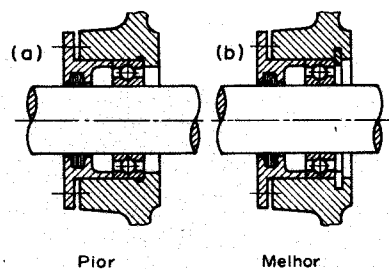


Certo

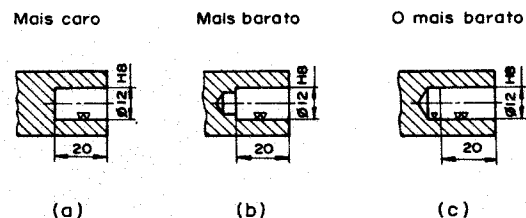


(f)

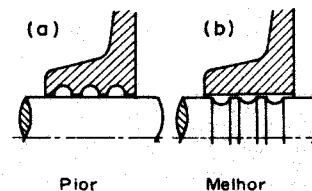
Devem ser evitados os furos oblíquos, pois desviam a broca ou causam a sua ruptura. Os furos apresentados em (a), (c) e (f) só se podem abrir quando se trabalha com uma montagem para furar com bucha guia para a broca. O caso apresentado será admissível quando se tratar de uma fabricação em série. Noutros casos deve-se prever uma face perpendicular ao eixo do furo (b), (d) e (e).



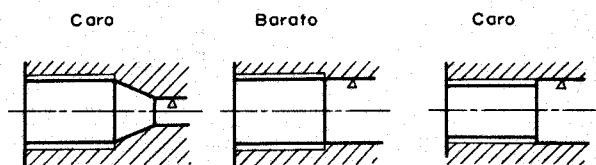
Furos passantes (b) são de fabricação mais econômica.



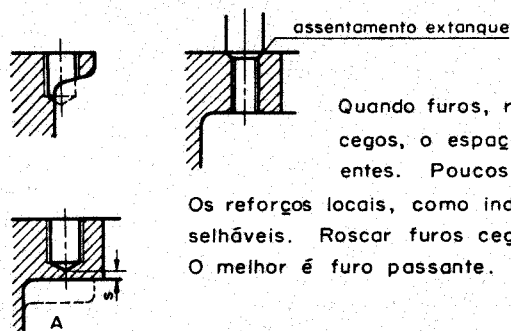
São mais baratos os furos cegos cujos fundos tenham o formato da ponta da broca (c).



São mais baratos os torneamentos feitos em superfícies externas (b).

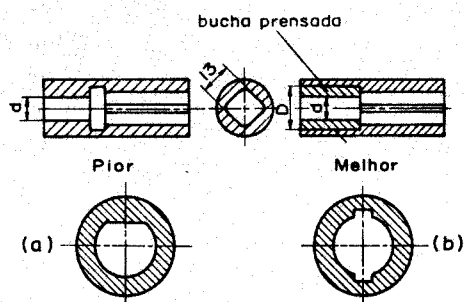


Furos concêntricos são difíceis de serem usinados.

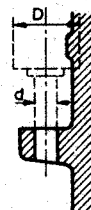


Quando furos, roscados ou não, devam ficar cegos, o espaço  $s$  deve ter dimensões suficientes. Poucos milímetros não bastam.

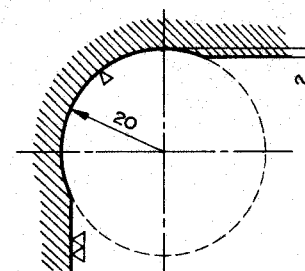
Os reforços locais, como indicado em A são pouco aconselháveis. Roscar furos cegos é mais caro e demorado. O melhor é furo passante.



Para furos passantes "brochados" procura-se adotar perfis simples, simétricos e de secção constante (b).



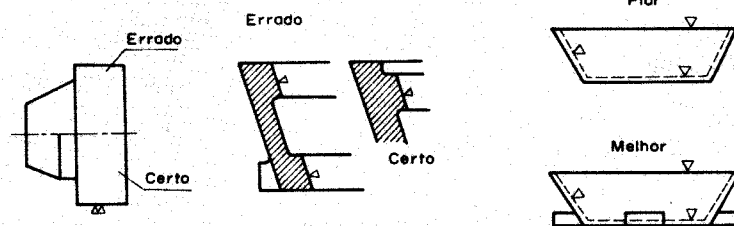
Prever espaço para ferramenta de furar  
 $D > d.$



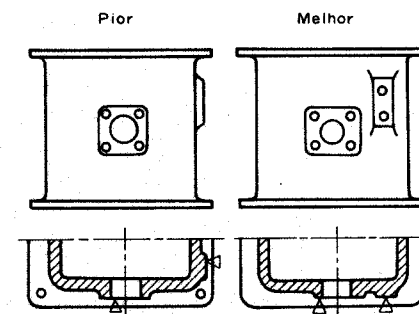
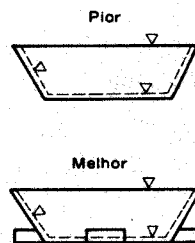
Nas aberturas irregulares que necessitam de um acabamento à máquina, convém fazer os arredondamentos suficientemente grandes e deixar pequeno acréscimo de usinagem.

# REGRAS GERAIS DE PROJETO

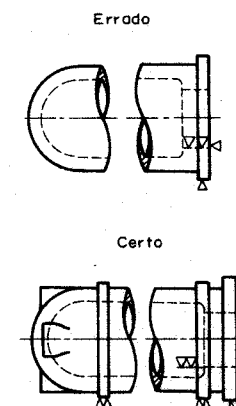
## 1 - SUJEIÇÃO DAS PEÇAS NAS FERRAMENTAS



As peças de conicidade acentuada são difíceis de prender. Facilita-se sua sujeição prevendo-se um anel especial de sujeição ou um degrau cilíndrico ou mesmo saliências, aberturas e furos.

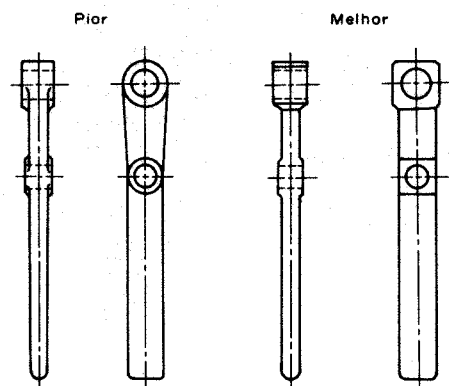


Deve ser tentada uma tal disposição das faces usinadas, que sua usinagem não exija mudança da sujeição.

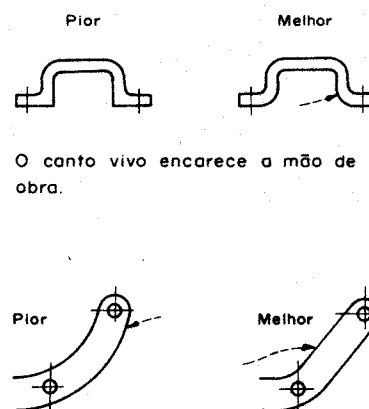


Corpos compridos devem receber faces de sujeição nas extremidades.

## 2 - PEÇAS FORJADAS À MÃO

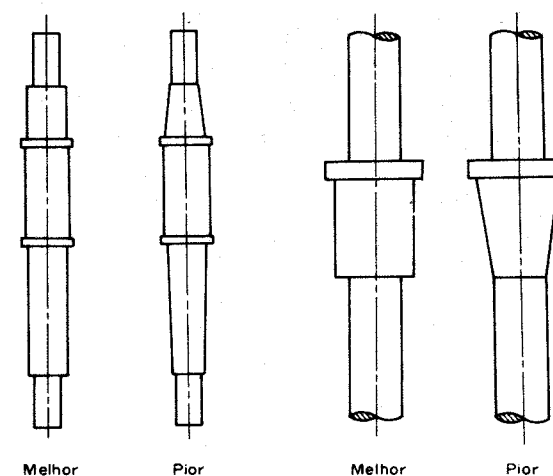


Para peças que fiquem total ou parcialmente em bruto, devem ser escolhidas as formas mais simples possível.



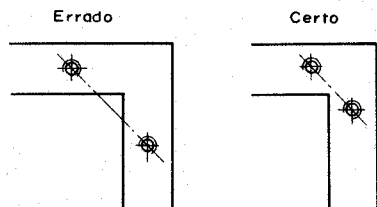
O canto vivo encarece a mão de obra.

A curvatura dificulta o forjamento. Deixando os lados retos, o forjamento se torna mais barato.

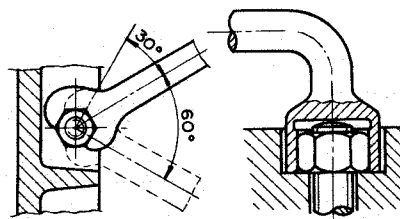


Tanto quanto possível, as formas cônicas devem ser evitadas nas peças forjadas.

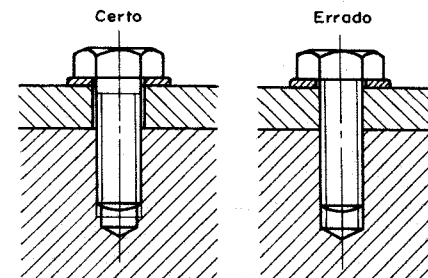
### 3 - UNIÕES POR MEIO DE PARAFUSOS, PINOS E CHAVETAS



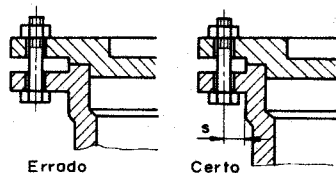
No caso de tampas retangulares, é preciso observar que a linha de união dos centros dos parafusos para haver perfeito assentamento.



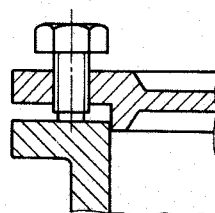
No caso de parafusos embutidos ou próximos de paredes, é preciso prever espaço para a chave.



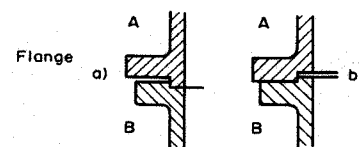
Na união com parafusos tomar cuidado com o comprimento da parte rosçada.



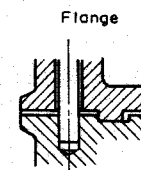
A medida  $s$  deve ser a menor possível.



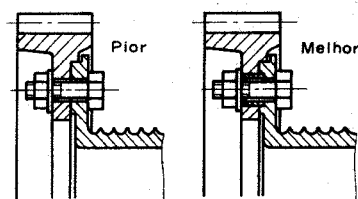
Nos casos em que a tampa deve ser retirada algumas vezes, prever dois ou quatro parafusos de afrouxamento.



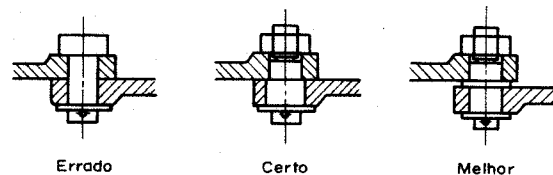
a) Certo quando B é mais quente do que A.  
b) Certo quando A é mais quente do que B.



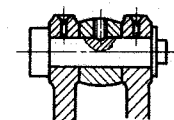
Prever centragem do flange.



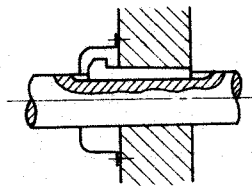
Parafusos solicitados por flexão ou forças cortantes, devem ser descarregados de tais esforços por outros dispositivos de construção.



Pinos de articulação

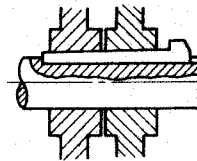


Sempre que não houver razões em contrário, o pino deve girar no garfo, mantendo-se imóvel na peça interna por meio de um prisioneiro.

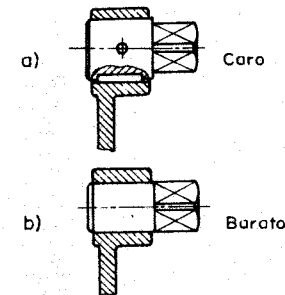
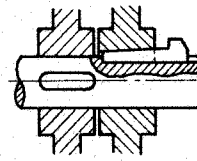


As chavetas de cabeça oferecem perigo ao pessoal e, assim, exigem dispositivos de proteção quando for o caso. Muitas vezes, são exigidos pela fiscalização industrial.

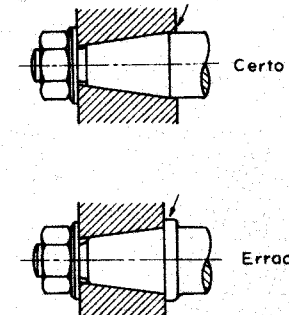
Errado



Certo

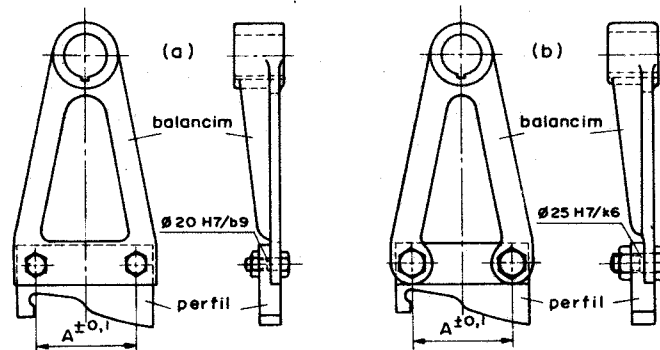


União resistente à torção. A união por assento forçado (b) é mais barata que a união por chaveta ajustada (a).

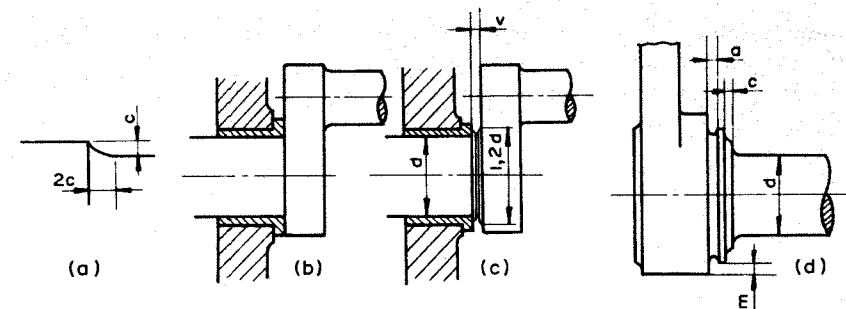


Evitar qualquer impecilho à ajustagem cônica de superfícies cônicas.

#### 4 - EIXOS-MANIVELAS



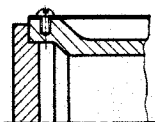
Suporte de perfis. (a) Construção rígida. (b) Construção com braços elásticos livres que possibilitam a solicitação de ambos os parafusos ajustados.



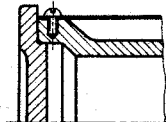
As concordâncias se fazem como em (a) para evitar rupturas. Colares de respingo e gargalos de separação de óleo, golas de encosto e canais de distribuição de óleo devem ser traçados de modo adequado (c). É errônea a construção (b). Os colares de respingo devem ter uma forma que os impeça de sofrer danos durante o transporte (d) (medida m).

## 5 - CILINDROS, TAMPAS E GAXETAS

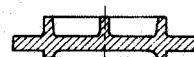
Errado



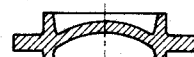
Certo



As tampas dos cilindros de máquinas a vapor devem ter sobressaliência a fim de proteger e tampar a aresta da chapa de cobertura.

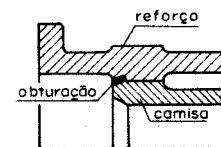


Errado

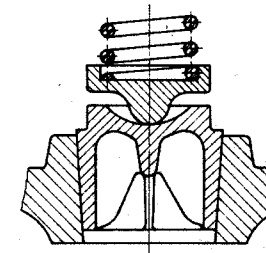


Certo

As tampas da caixa de distribuição fazem-se melhor curvadas do que com nervuras externas devido à solitações de tração.

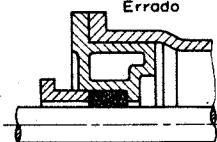


As camisas de cilindro são seguras contra o corpo por meio de um anel de obturação de cobre recalcado.

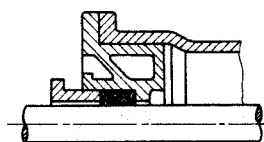


Em válvulas de segurança, a mola não deve agir diretamente sobre a válvula para haver perfeito assentamento.

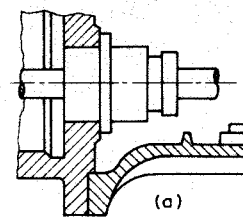
Errado



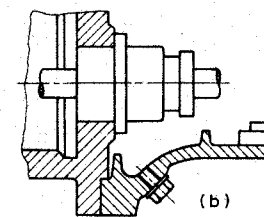
Certo



Os prensa-estopas não devem externamente entrar em contato com o vapor, pois a gaxeta terá pouca durabilidade, podendo até queimar. Em certos casos é conveniente usar gaxetas especiais.

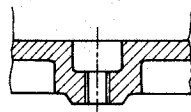


Errado

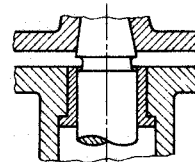


Certo

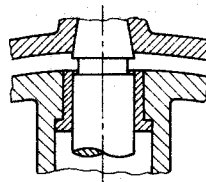
Em todas as gaxetas deve-se prever um coletor da água de gotejo. Na construção (a), a água com o tempo passará entre o corpo e a flange.



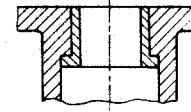
Errado



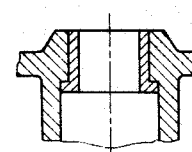
Certo



Errado



Certo

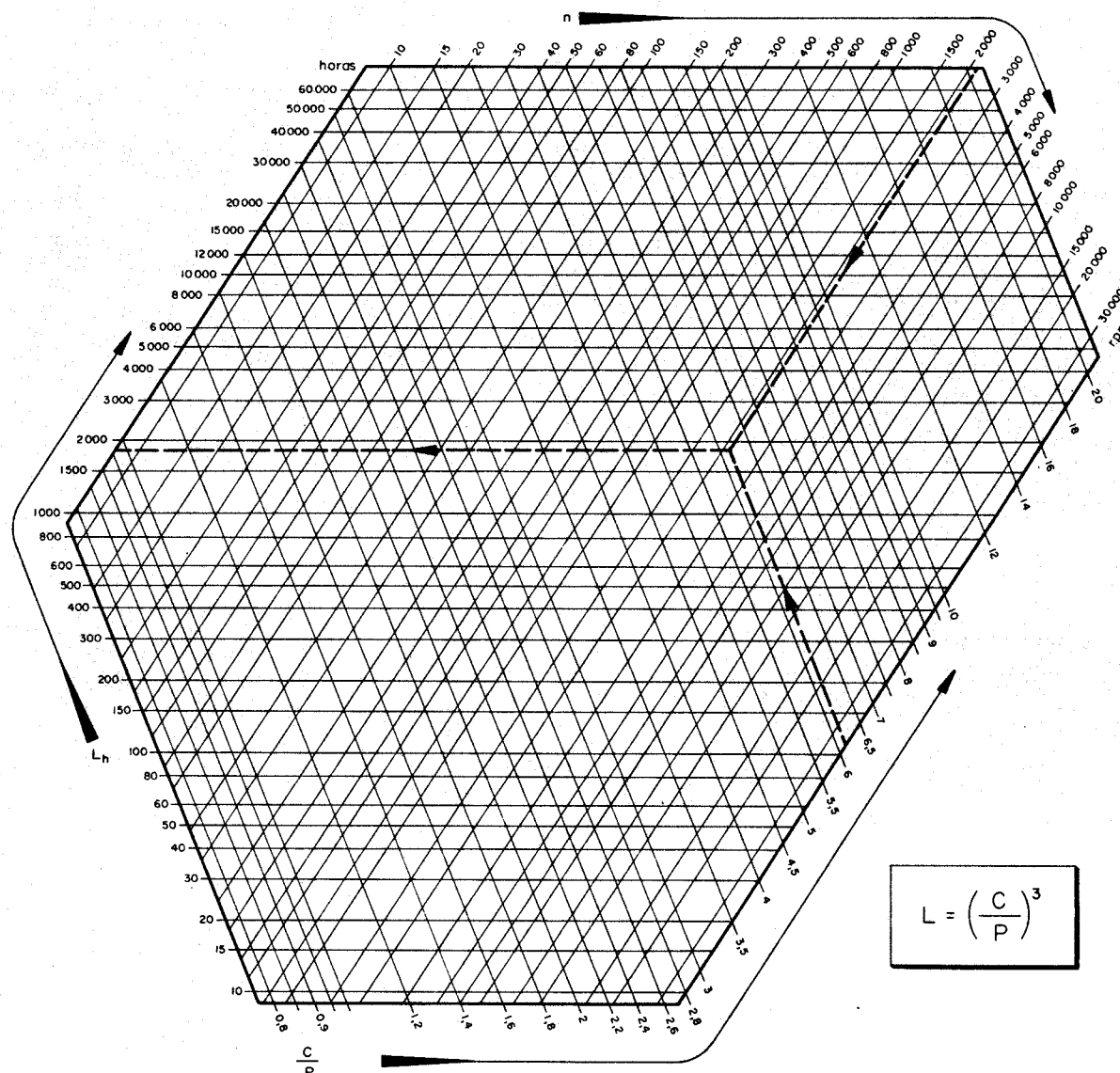


Nas partes de máquinas a vapor que entram em contato com o vapor, deve-se prever dispositivos de drenagem.

No caso de gaxeta do cilindro de máquinas verticais, convém fazer tanto o seu fundo como o do êmbolo ligeiramente abaulado para a água de condensação correr para o coletor.

As caixas de fundo das gaxetas de máquinas verticais devem ser dispostas de forma que o nível de água de condensação não esteja acima das mesmas.

# VIDA NOMINAL DOS ROLAMENTOS



## EXEMPLO DE CÁLCULO

Dados:  $C = 1850 \text{ kg}$   
 $P = 300 \text{ kg}$   
 $n = 2200 \text{ r.p.m.}$

$$\frac{C}{P} = \frac{1850}{300} = 6,16$$

Para  $C/P = 6,16$  e  $n = 2200 \text{ r.p.m.}$

Lê-se no ábaco:  $L_h = 1800 \text{ h}$

$L$  = Vida nominal em milhões de rotações alcançada ou superada por 90% de uma quantidade considerável de rolamentos iguais, antes que ocorram os primeiros sinais de fadiga de material. 10% dos rolamentos poderão ter vida menor.

$C$  = capacidade básica de carga dinâmica em kg.  
 Em rolamentos radiais  $C$  é a carga, de grandeza e direção invariáveis, na qual 90% de uma quantidade considerável de rolamentos iguais, com o anel externo imóvel e o anel interno em movimento, alcançam uma vida nominal  $L = 1$  milhão de rotações.

$P$  = carga equivalente no rolamento em kg.

Valores de orientação.

Cargas que dão um valor  $C/P$  abaixo de 6 são consideradas altas, cargas com valor 7 a 15 são consideradas médias e acima de 15 consideradas como cargas baixas.

$$L = \left( \frac{C}{P} \right)^3$$

# ROLAMENTOS

# ROLAMENTOS RADIAIS

## CAPACIDADE DE CARGA DINÂMICA

A capacidade de carga dinâmica é função da vida do rolamento

$$L \approx \frac{1}{P^3}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} L = \text{vida em milhões de rotações} \\ L = L_n \cdot n \cdot 60 / 10^6 \quad n = \text{rpm} \\ L_n = \text{vida em horas de funcionamento} \end{array} \right.$$

P = máxima carga (kg) nominal do mancal do elemento rolante

A capacidade de carga C (kg) dadas nas tabelas de rolamentos é, segundo a DIN 622, a capacidade de carga dinâmica do rolamento para uma vida de 1 milhão de rotações (L = 1)

## CAPACIDADE DE CARGA ESTATICA

É a carga estática que causa determinadas deformações plásticas. Nos rolamentos em movimento esse valor é frequentemente ultrapassado de até 100%.

## CARGA E VIDA

Nas tabelas seguintes os rolamentos foram agrupados de tal maneira que, nelas, encontram-se reunidos os diversos rolamentos segundo sua capacidade de carga para um mesmo diâmetro d e D.

Para comprovar a vida determina-se:

a) carga ideal  $P = x \cdot P_r + y \cdot P_a$  p/ rolamentos radiais

$P = P_a + x \cdot P_r$  p/ rolamentos axiais

Onde se substituem a carga radial  $P_r$  e a carga axial  $P_a$  pelos valores reais e os coeficientes x e y pelos valores das tabelas.

b) fator de vida  $f_L = f_n \cdot f_t \cdot \frac{C}{P}$

C = capacidade de carga das tabelas seguintes

$f_n$  = coeficiente de rotação

$f_t$  = coeficiente de temperatura

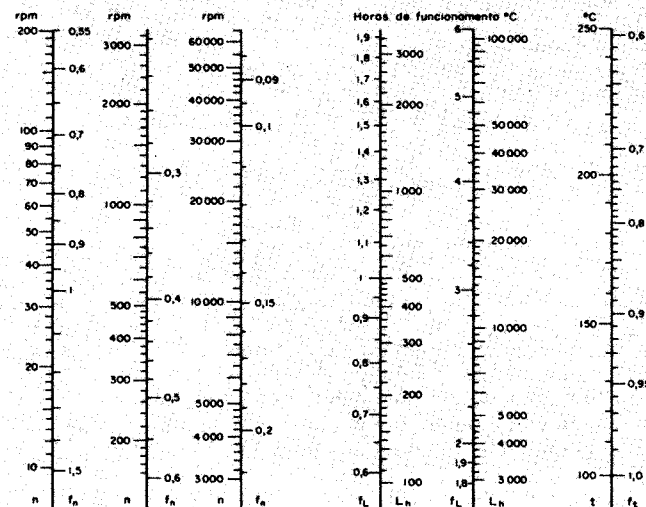
c) vida do rolamento  $L_n$  em horas de funcionamento relacionada com  $f_L$ .

Ver nomograma do lado.

Valores experimentais para a vida necessária  $L_n$  em horas de funcionamento quando se adotam para  $P_r$  e  $P_a$  cargas correspondentes máximas de serviço

Carros de passeio	250 ÷ 1000
Caminhões	1500 ÷ 4000
Guindastes, máquinas agrícolas	3000 ÷ 7000
Máquinas para trabalhar madeira	4000 ÷ 8000
Máquinas operatrizes	10000 ÷ 15000
Mancal de eixo de vagão ferroviária	10000 ÷ 15000
Máquinas elétricas	10000 ÷ 15000
Máquinas matrizes	20000 ÷ 30000
Máquina para a indústria de papel	80000 ÷ 100000

## NOMOGRAMA PARA OS COEFICIENTES



## EXEMPLO

Dados  $P_r = 100$  kg,  $P_a = 300$  kg com carga periférica sobre o anel interno,  $n = 750$  rpm.

Do nomograma acima tira-se  $f_n = 0,355$ . Para  $d/D = 50/90$  em mm têm-se das páginas seguintes, 6 rolamentos dos quais apenas 3 (rolamento fixo de esferas e rolamento de contato angular) podem suportar cargas axiais apreciáveis.

Para o rolamento 6210, com  $C = 2700$  kg,  $C/P_a = 9$ ,  $y \approx 1,6$ , obtem-se  $P = x \cdot P_r + y \cdot P_a = 1 \cdot 100 + 1,6 \cdot 300 = 580$  kg,  $f_L = 0,355 \cdot 1 \cdot 2700 / 580 = 1,65$  ou uma vida de  $L_n = 2200$  h, segundo o nomograma acima. Para o rolamento QA 50, com  $C = 2450$  kg, obtem-se  $P = 0,5 \cdot 100 + 0,7 \cdot 300 = 260$  kg,  $f_L = 0,355 \cdot 1 \cdot 2450 / 260 = 3,36$  ou  $L_n = 19000$  h ou seja cerca de 8,5 vezes a vida do rolamento 6210.

## GRUPO

## DIMENSÃO - NAL O

(Séries muito leves)

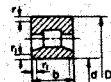
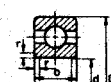
Dimensões em mm

Rolamento fixo de esferas

DIN 625 (agosto de 1942)

Rolamento de rolos cilíndricos

DIN 5412 (agosto de 1942)



C = capacidade de carga

$$P = x \cdot P_r + y \cdot P_a$$

$$x = 1, y = 1,4^*$$

C/P <sub>a</sub>	5	10	20	40
y	1,4	1,6	1,8	2,0

$$P = x \cdot P_r$$

$$x = 1^*$$

$$x = 1,4$$

$$y = 0$$

d	D	r	Rolamento n°	b	C kgf	Rolamento n°	b	r <sub>1</sub>	C kgf
3	10	0,5	EL 3	4	40	—	—	—	—
4	13	—	4	5	80	—	—	—	—
5	16	—	5	5	140	—	—	—	—
6	19	—	6	6	216	—	—	—	—
7	19	—	7	6	156	—	—	—	—
8	22	—	8	7	240	—	—	—	—
9	24	—	9	7	280	—	—	—	—
10	26	—	10	8	340	—	—	—	—
12	28	—	12	8	375	—	—	—	—
15	32	—	15	9	405	—	—	—	—
17	35	—	17	10	430	—	—	—	—
20	42	—	20	12	595	—	—	—	—
25	47	1	25	12	750	—	—	—	—
30	55	1,5	30	13	1000	NUE 25	12	0,5	830
35	62	—	35	14	1200	30	13	0,8	1100
40	68	—	40	15	1270	40	15	1	1580
45	75	—	45	16	1630	45	16	—	1860
50	80	—	50	16	1700	50	16	—	2000
55	90	2	55	18	2200	55	18	1,5	2280
60	95	—	60	18	2280	60	18	—	2360
65	100	2	65	18	2400	65	18	1,5	2450
70	110	—	70	20	3000	70	20	—	3550
75	115	—	75	20	3150	75	20	—	3650
80	125	—	80	22	3750	80	22	—	4500
85	130	—	85	22	3900	85	22	—	4900
90	140	2,5	90	24	4550	90	24	2	5500
95	145	—	95	24	4800	95	24	—	5600
100	150	—	100	24	4800	100	24	—	5850
105	160	3	105	26	5700	105	26	—	6800
110	170	—	110	28	6400	110	28	—	8500
120	180	—	120	28	8700	120	28	—	9150
130	200	—	130	33	8300	130	33	—	11200
140	210	—	140	33	8650	140	33	—	12000
150	225	3,5	150	35	9800	150	35	2,5	13400
160	240	—	160	38	11000	160	38	—	16300
170	260	—	170	42	12900	170	42	3,5	19600
180	280	—	180	46	14600	180	46	—	24500
190	290	—	190	46	15600	190	46	—	25500
200	310	—	200	51	17600	200	51	—	28000
220	340	4	220	56	20000	220	56	4	36500
240	360	—	240	56	21200	240	56	—	38000
260	400	5	260	65	24500	260	65	5	48000
280	420	—	280	65	25500	280	65	—	51000
300	460	—	300	74	30500	300	74	—	67000
320	480	—	320	74	32000	320	74	—	68000
340	520	6	340	82	38000	340	82	6	83000
360	540	—	360	82	40000	360	82	—	86500
380	560	—	380	82	40000	380	82	—	88000
400	600	—	400	90	45000	400	90	—	110000

\*Os valores pequenos de x valem para uma carga móvel, e os grandes para uma carga fixa no anel interno.

\*\*Pertence ao grupo dimensional 2 (série leve).



**GRUPO  
DIMENSIO-  
NAL 2**

(Séries leves)

**Rolamento fixo  
de esferas**

DIN 625 (agosto de 1942)

**Rolamento de  
contato angular**

DIN 628 (agosto de 1942)

**Rolamento autocom-  
pensador de esferas**

DIN 630 (agosto de 1942)

**Rolamento de rolos cilíndricos**

DIN 5412 (agosto de 1942)

**Rolamento autocom-  
pensador de rolos**

DIN 635 (agosto de 1942)

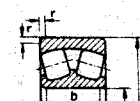
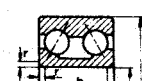
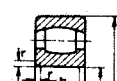
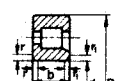
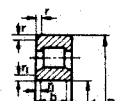
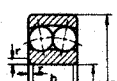
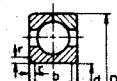
**Rolamento de  
contato angular**

DIN 628 (agosto de 1942)

**Rolamento autocom-  
pensador de rolos**

DIN 635 (agosto de 1942)

Dimensões em  
mm



C = capacidade de  
carga

$$P = x \cdot P_r + y \cdot P_o$$

$$x = 1 \quad x = 1,4^{**}$$

$$C : P_o \quad 5 \quad 10 \quad 20 \quad 40$$

$$y \quad 1,4 \quad 1,6 \quad 1,8 \quad 2,0$$

$$P = x \cdot P_r + y \cdot P_o$$

$$x = 0,5^{**}$$

$$x = 0,7$$

$$y = 0,7$$

$$P = x \cdot P_r + y \cdot P_o$$

$$n^\circ \text{ do rol.} \quad y \quad 1206/07 \quad 3,25$$

$$13300/04 \quad 2,25 \quad 1208/09 \quad 3,5$$

$$1200/03 \quad 2,5 \quad 1210/12 \quad 4,0$$

$$1204/05 \quad 2,75 \quad 1213/22 \quad 4,5$$

$$P = x \cdot P_r$$

$$x = 1^{**}$$

$$x = 1,4$$

$$P = x \cdot P_r + y \cdot P_o$$

$$x = 1^{**}$$

$$x = 1,4$$

$$y = 9,5$$

$$P = x \cdot P_r + y \cdot P_o$$

$$x = 1^{**}$$

$$x = 1,4$$

$$y = 1,3$$

$$P = x \cdot P_r + y \cdot P_o$$

$$n^\circ \text{ do rol.} \quad y$$

$$x = 1 \quad 22216/17 \quad 4,6$$

$$x = 1,4 \quad 22218/20 \quad 4,4$$

$$22222/56 \quad 4,2$$

d	D	r	Rol. nº	b	C kgf	Rol. nº	b	C kgf	Rol. nº	b	C kgf	Rol. nº	Rol. nº	b	r <sub>i</sub>	C kgf	Rol. nº	b	C kgf	Rol. nº	b	C kgf	Rol. nº	b	C kgf
4	16	0,5	R 4	5	140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	19	—	R 5	6	216	—	—	—	133 00	6	166	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	22	—	R 7	7	240	—	—	—	02	7	193	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	26	1	R 9	8	340	—	—	—	04	8	275	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	30	—	6200	9	340	QA 10	9	430	1200	9	390	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	32	—	01	10	530	12	10	465	01	10	415	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	35	—	02	11	585	15	11	540	02	11	570	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	40	1,5	03	12	720	17	12	735	03	12	640	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	47	—	04	14	980	20	14	1120	04 (1b)	14	830	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
25	52	—	05	15	1040	25	15	1270	05 (1b)	15	1020	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	62	—	06	16	1460	30	16	1560	06 (1b)	16	1400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	72	2	07	17	1960	35	17	1900	07 (1b)	17	1530	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	80	—	08	18	2240	40	18	2280	08 (1b)	18	1930	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
45	85	—	09	19	2500	45	19	2360	09 (1b)	19	2160	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
50	90	—	6210	20	2700	50	20	2450	1210 (1b)	20	2320	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
55	100	2,5	11	21	3250	55	21	3150	11 (1b)	21	2800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	110	—	12	22	4000	60	22	4000	12 (1b)	22	3200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
65	120	—	13	23	4400	65	23	4550	13 (1b)	23	3450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
70	125	—	14	24	4650	70	24	4750	14 (1b)	24	3800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
75	130	—	15	25	5000	75	25	5000	15 (1b)	25	4250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	140	3	6216	26	5500	QA 80	26	5850	1216 (1c)	26	4500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
85	150	—	17	28	6300	85	28	6550	17 (1c)	28	5400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
90	160	—	18	30	7100	90	30	7350	18 (1c)	30	6000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
95	170	3,5	19	32	8000	95	32	8500	19 (1c)	32	6800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
100	180	—	20	34	9000	100	34	9500	20 (1c)	34	7350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
105	190	—	21	36	9800	105	36	10600	21 (1c)	36	8000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
110	200	—	22	38	10800	110	38	11800	22 (1c)	38	9300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
120	215	—	24	40	11000	120	40	12500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
130	230	4	26	40	12000	130	40	12900	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
140	250	—	28	42	12900	140	42	14000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
150	270	—	30	45	13700	150	45	16600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
160	290	—	32	48	14600	160	48	18600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
170	310	5	34	52	17000	170	52	21200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
180	320	—	36	52	18300	180	52	22000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
190	340	—	38	55	20800	190	55	23600	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
200	360	—	40	58	22000	200	58	26500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
220	400	—	44	65	24500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
240	440	—	48	72	30000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
260	480	6	52	80	34000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
280	500	—	56	80	36000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

\* Os valores pequenos de x valem para uma carga móvel, e os grandes para uma carga fixa no anel interno.

\*\* Pertence ao grupo dimensional 3 (Séries semipesadas).

\* Os valores pequenos de x valem para uma carga móvel, e os grandes para uma carga fixa no anel interno.

# **GRUPO DIMENSIO- NAL 3**

(Série semi -  
pesadas)

**Rolamento fixo  
de esferas**

DIN 625 (agosto de 1942)

**Rolamento de  
contato angular**

DIN 628 (agosto de 1942)

**Rolamento autocom-  
pensador de esferas**

DIN 630 (agosto de 1942)

**Rolamento de rolos cilíndricos**

DIN 5412 (agosto de 1942)

**Rolamento autocom-  
pensador de rolos**

DIN 635 (agosto de 1942)

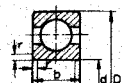
**Rolamento de  
contato angular**

DIN 628 (agosto de 1942)

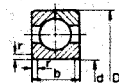
**Rolamento autocom-  
pensador de rolos**

DIN 635 (agosto de 1942)

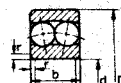
Dimensões em  
mm



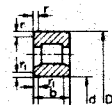
$$P = x \cdot P_r + y \cdot P_o$$



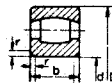
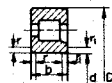
$$P = x \cdot P_r + y \cdot P_o$$



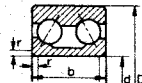
$$P = P_r + y \cdot P_o$$



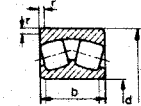
$$P = x \cdot P_r$$



$$P = x \cdot P_r + y \cdot P_o$$



$$P = x \cdot P_r + y \cdot P_o$$



$$P = x \cdot P_r + y \cdot P_o$$

C = capacidade de  
carga

$$x = 1 \quad x = 1,4^*$$

$$x = 0,5^* \\ x = 0,7 \\ y = 0,7$$

nº do rol. y 1306/09 3,0

1300/03 2,25 1310/13 3,25

1304/05 2,75 1314/22 3,5

$$x = 1^* \\ x = 1,4$$

$$x = 1^* \\ x = 1,4 \\ y = 9,5$$

$$x = 1^* \\ x = 1,4 \\ y = 1,3$$

nº do rol. y 22308/12 2,9

22313/40 3,2

22344/56 3,4

d	D	r	Rol. n°	b	C kgf	Rol. n°	b	C kgf	Rol. n°	b	C kgf	Rol. n°	Rol. n°	b	r <sub>i</sub>	C kgf	Rol. n°	b	C kgf	Rol. n°	b	C kgf	Rol. n°	b	C kgf	
10	35	1	6300	11	655	QB	10	11	695	1300	11	520	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
12	37	1,5	01	12	800	12	12	850	01	12	680	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
15	42	---	02	13	880	15	13	915	02	13	735	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
17	47	---	03	14	1060	17	14	1080	03	14	965	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
20	52	2	04	15	1250	20	15	1270	04 (k)	15	1020	NUM	20	NIM	20	15	1	1370	20304	15	1600	04 x	22,2	1860		
25	62	---	05	17	1660	25	17	1560	05 (k)	17	1500	25	25	17	2	1860	05	17	2160	05 x	25,4	2600	---	---		
30	72	---	06	19	2200	30	19	2200	06 (k)	19	1860	30	30	19	1860	06	19	3000	06 x	30,2	3450	---	---	---		
35	80	2,5	07	21	2600	35	21	2750	07 (k)	21	2280	35	35	21	3000	07	21	3650	07 x	34,9	4300	---	---	---		
40	90	---	08	23	3150	40	23	3200	08 (k)	23	2750	40	40	23	2,5	3750	08	23	5000	08 x	36,5	5500	22308 (k)	33	6300	
45	100	---	09	25	4050	45	25	3900	09 (k)	25	3450	45	45	25	4800	09	25	5600	09 x	39,7	6550	09 (k)	36	8000		
50	110	3	10	27	4750	50	27	4500	10 (k)	27	3900	50	50	27	3	5850	10	27	7100	10 x	44,4	8000	10 (k)	40	11000	
55	120	---	11	29	5400	55	29	5300	11 (k)	29	4750	55	55	29	7100	11	29	8150	11 x	49,2	8650	11 (k)	43	12900		
60	130	3,5	12	31	6100	60	31	6100	12 (k)	31	5500	60	60	31	3,5	8500	12	31	10000	12 x	54,0	10000	12 (k)	46	15600	
65	140	---	13	33	6950	65	33	6800	13 (k)	33	5850	65	65	33	9500	13	33	11600	13 x	58,7	11400	13 (k)	48	17000		
70	150	---	14	35	7800	70	35	7800	14 (k)	35	6950	70	70	35	10400	14	35	12900	14 x	63,5	13200	14 (k)	51	22400		
75	160	---	15	37	8500	75	37	8300	15 (k)	37	7350	75	75	37	12700	15	37	14600	15 x	68,3	13700	15 (k)	55	23200		
80	170	---	16	39	9300	80	39	9000	16 (k)	39	8150	80	80	39	13400	16	39	16000	16 x	88,3	15600	16 (k)	58	27500		
85	180	4	17	41	10200	85	41	10000	17 (k)	41	9150	85	85	41	4	15000	17	41	18600	17 x	73,0	17300	17 (k)	60	30000	
90	190	---	18	43	11000	90	43	11000	18 (k)	43	10400	90	90	43	17300	18	43	21200	18 x	73,0	19600	18 (k)	64	35500		
95	200	---	19	45	12000	95	45	12200	19 (k)	45	11600	95	95	45	18600	19	45	23200	19 x	77,8	21600	19 (k)	67	38000		
100	215	4	6320	47	13700	QB	100	47	13700	1320 (k)	47	12500	100	100	47	4	21600	20320	47	25000	3320 x	82,6	23600	22320 (k)	73	45500
105	225	---	21	49	14600	105	49	15300	21 (k)	49	14000	105	105	49	25000	21	49	27000	21 x	87,3	25500	---	---	---	---	
110	240	---	22	50	16600	110	50	16300	22 (k)	50	15300	110	110	50	30000	22	50	30000	22 x	92,1	27500	---	---	---	---	
120	260	---	24	55	18600	120	55	18600	---	---	---	120	120	55	34000	24	55	35500	---	---	---	---	---	---	---	
130	280	5	26	58	18600	130	58	20000	---	---	---	130	130	58	5	41500	26	58	40000	---	---	---	---	---	---	
140	300	---	28	62	20800	140	62	22400	---	---	---	140	140	62	46500	28	62	47500	---	---	---	---	---	---	---	
150	320	---	30	65	22400	150	65	25000	---	---	---	150	150	65	51000	30	65	54000	---	---	---	---	---	---	---	
160	340	---	32	68	22800	---	---	---	---	---	---	160	160	68	54000	32	68	58500	---	---	---	---	---	---	---	
170	360	---	34	72	26500	---	---	---	---	---	---	170	170	72	62000	34	72	65500	---	---	---	---	---	---	---	
180	380	---	36	75	30000	---	---	---	---	---	---	180	180	75	69500	36	75	72000	---	---	---	---	---	---	---	
190	400	6	38	78	31000	---	---	---	---	---	---	190	190	78	6	76500	38	78	80000	---	---	---	---	---	---	
200	420	---	40	80	32000	---	---	---	---	---	---	200	200	80	76500	40	80	81500	---	---	---	---	---	---	---	
220	460	---	44	88	34500	---	---	---	---	---	---	220	220	88	95000	44	88	106000	---	---	---	---	---	---	---	
240	500	---	48	95	37500	---	---	---	---	---	---	240	240	95	114000	48	95	120000	---	---	---	---	---	---	---	
260	540	8	52	102	42500	---	---	---	---	---	---	260	260	102	8	129000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
280	580	---	56	108	48000	---	---	---	---	---	---	280	280	108	---	146000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---															

\* Vale para o caso de carga móvel no anel interno. Caso resultar para um  $x=0,5$  um  $P < P_1$ , deve-se adotar  $x=1$  e  $y=0$  em vez de  $x=0,5$ .

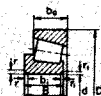
\*\* Vale para o caso de carga fixa no anel interno. Caso resultar para um  $x=0,7$  um  $P < 1,4 P_1$ , deve-se adotar  $x=1,4$  e  $y=0$  em vez de  $x=0,7$ .

## GRUPO DIMENSIONAL 2

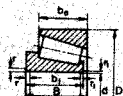
(Séries leves)

Dimensões em mm

Rolamento de rolos cônicos  
DIN 720 (agosto de 1942)



Rolamento de rolos cônicos  
DIN 720 (agosto de 1942)



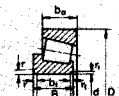
C = capacidade de carga									
$P = x \cdot P_1 + y \cdot P_2$									
$x = 0,5^*$ n° de rol. y									
$P \leq P_1$ $x=1^*$ 30203/04 1,8									
$P > 1,4 P_1$ $x=0,7^{**}$ 30205/22 1,6									
$P \leq 1,4 P_1$ $x=1,4^{**}$ 30224/30 1,4									
d	D	r	r1	Rel. n°	b1	b2	máx. B mín.	C kgf	
15									
17	40	1,5	0,5	30203	12	11	13,5	19	1040
20	47			04	14	12	15,5	15	1600
25	52			05	15	13	16,5	16	1760
30	62			06	16	14	17,5	17	2400
35	72	2	0,8	07	17	15	18,5	18	3100
40	80			08	18	16	20	19,5	3600
45	85			09	19	16	21	20,5	4150
50	90			10	20	17	22	21,5	4550
55	100	2,5		11	21	18	23	22,5	5600
60	110			12	22	19	24	23,5	6100
65	120			13	23	20	25	24,5	7200
70	125			14	24	21	26,5	26	7800
75	130			15	25	22	27,5	27	8650
80	140	3	1	16	26	22	28,5	28	9650
85	150			17	28	24	31	30	11400
90	160			18	30	26	33	32	12700
95	170	3,5	1,2	19	32	27	35	34	14900
100	180			20	34	29	37,5	36,5	16300
105	190			21	36	30	39,5	38,5	18300
110	200			22	38	32	41,5	40,5	20400
120	215			24	40	34	44	43	22800
130	230	4	1,5	26	40	34	44,5	43	24500
140	250			28	42	36	46,5	45	28500
150	270			30	45	38	50	48	32500

## GRUPO DIMENSIONAL 3

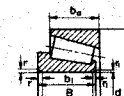
(Séries semipesadas)

Dimensões em mm

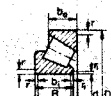
Rolamento de rolos cônicos  
DIN 720 (agosto de 1942)



Rolamento de rolos cônicos  
DIN 720 (agosto de 1942)



Rolamento de rolos cônicos  
DIN 720 (agosto de 1942)

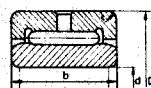


C = capacidade de carga									
$P = x \cdot P_1 + y \cdot P_2$									
$x = 0,5^*$ n° de rol. y									
$P \leq P_1$ $x=1^*$ 30302/03 2,2									
$P > 1,4 P_1$ $x=0,7^{**}$ 30304/07 2,0									
$P \leq 1,4 P_1$ $x=1,4^{**}$ 30308/24 1,8									
d	D	r	r1	Rel. n°	b1	b2	máx. B mín.	C kgf	
15	42	1,5	0,5	30302	13	11	14,5	14	1280
17	47			03	14	12	15,5	15	1630
20	52	2	0,8	04	15	13	16,5	16	2550
25	62			05	17	15	18,5	18	3050
30	72			06	19	16	21	20,5	3550
35	80	2,5		07	21	18	23	22,5	4750
40	90			08	23	20	25	25	5400
45	100			09	25	22	27,5	27	6800
50	110	3	1	10	27	23	29,5	29	8000
55	120			11	29	25	32	31	9150
60	130	3,5	1,2	12	31	26	34	33	10800
65	140			13	33	28	36,5	35,5	12500
70	150			14	35	30	38,5	37,5	14300
75	160			15	37	31	40,5	39,5	16000
80	170			16	39	33	43	42	17600
85	180	4	1,5	17	41	34	45	44	20000
90	190			18	43	36	47	46	21600
95	200			19	45	38	50	49	25500
100	215			20	47	39	52	51	28000
105	225			21	49	41	54	53	30500
110	240			22	50	42	55	54	33500
120	260			24	55	46	60	58	40000
130									
140									
150									

## ROLAMENTOS DE AGULHAS

SEGUNDO DIN 617

Série No

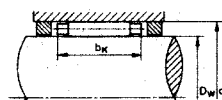


Rel. n°	d mm	D mm	b mm	r mm	C kgf	Rel. n°	d mm	D mm	b mm	r mm	C kgf
Na 17	17	37	20	1	1460	75	75	110	32	2	6100
20	20	42	20	1	1600	80	80	115	32	2	6300
25	25	47	22	1	2160	85	85	120	32	2	6550
30	30	52	22	1	2320	90	90	125	32	2	6700
35	35	58	22	1	2550	95	95	130	32	2	6950
40	40	65	22	1,5	2750	100	100	135	32	2	7100
45	45	72	22	1,5	2900	110	110	150	40	3	10000
50	50	80	28	2	4000	120	120	160	40	3	10600
55	55	85	28	2	4250	130	130	180	52	3	15600
60	60	90	28	2	4400	140	140	190	52	3	16300
65	65	95	28	2	4550	150	150	200	52	3	17000
70	70	100	28	2	4750						

## COROAS COM ROLETES

SEGUNDO DIN 5407

Agosto de 1942



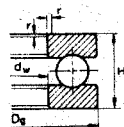
\* Vale somente quando os rolos e as pistas atingem uma dureza Rockwell HRC = 60 kgf/mm². Caso contrário, deve-se multiplicar C por  $(H_R/60)^2$ , onde  $H_R$  é a menor dureza dos rolos ou das pistas.

Rolamento n°				Rolamento n°					
Dw mm	d0 mm	b0 mm	C* kgf	Dw mm	d0 mm	b0 mm	C* kgf		
8 x 14 x 20	8	14	20	520	—	—	—	—	
10 x 16 x 20	10	16	20	630	—	—	—	—	
12 x 18 x 20	12	18	20	680	—	—	—	—	
14 x 22 x 20	14	22	20	965	—	—	—	—	
16 x 24 x 20	16	24	20	965	—	—	—	—	
18 x 26 x 20	18	26	20	1180	—	—	—	—	
20 x 28 x 20	20	28	20	1180	20 x 30 x 30	20	30	30	2040
22 x 30 x 20	22	30	20	1180	22 x 32 x 30	22	32	30	2160
25 x 33 x 20	25	33	20	1320	25 x 35 x 30	25	35	30	2280
28 x 36 x 20	28	36	20	1370	28 x 40 x 30	28	40	30	2600
30 x 38 x 20	30	38	20	1370	30 x 42 x 30	30	42	30	2600
32 x 40 x 20	32	40	20	1530	32 x 44 x 30	32	44	30	2600
35 x 45 x 20	35	45	20	1660	35 x 50 x 40	35	50	40	4150
38 x 48 x 20	38	48	20	1660	—	—	—	—	—
40 x 50 x 20	40	50	20	1660	40 x 55 x 40	40	55	40	4150
42 x 52 x 20	42	52	20	1830	—	—	—	—	—
45 x 55 x 20	45	55	20	1830	45 x 60 x 40	45	60	40	4650
50 x 60 x 32	50	60	32	3200	50 x 68 x 45	50	68	45	6000
55 x 65 x 32	55	65	32	3650	55 x 73 x 45	55	73	45	6550
60 x 72 x 32	60	72	32	3900	60 x 80 x 50	60	80	50	8150
65 x 77 x 32	65	77	32	4150	65 x 85 x 50	65	85	50	9000
70 x 85 x 40	70	85	40	5850	70 x 90 x 50	70	90	50	9650
75 x 90 x 40	75	90	40	6200	75 x 99 x 60	75	99	60	12700
80 x 95 x 50	80	95	50	8500	80 x 104 x 60	80	104	60	14000
85 x 100 x 50	85	100	50	8500	85 x 109 x 60	85	109	60	15000
90 x 105 x 50	90	105	50	9150	90 x 120 x 75	90	120	75	20400
95 x 110 x 50	95	110	50	10000	95 x 125 x 75	95	125	75	21600
100 x 120 x 65	100	120	65	15000	100 x 130 x 75	100	130	75	21600
110 x 130 x 65	110	130	65	15300	—	—	—	—	—
120 x 140 x 65	120	140	65	16300	—	—	—	—	—

# ROLAMENTOS AXIAIS

## GRUPO DIMENSIONAL I (Séries muito leves)

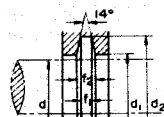
DIN 711 (agosto de 1942)



dw	Dg	H	r	Rol. nº	C kgf
10	24	9	0,5	51100	570
12	26	9		01	610
15	28	9		02	655
17	30	9		03	720
20	35	10		04	865
25	42	11	1	05	1220
30	47	11		06	1320
35	53	12		07	1460
40	60	13		08	1960
45	65	14		09	2080
50	70	14		10	2240
55	78	16		11	2700
60	85	17	1,5	12	3200
65	90	18		13	3350
70	95	18		14	3450
75	100	19		15	3650
80	105	19		16	3750
85	110	19		17	3900
90	120	22		18	5000
100	135	25		20	6850
110	145	25		22	7350
120	155	25		24	7650
130	170	30		26	8800
140	180	31		28	9150
150	190	31		30	9650
160	200	31		32	10000
170	215	34	2	34	11800
180	225	34		36	12000
190	240	37		38	14600
200	250	37		40	15000
220	270	37		44	16000
240	300	45	2,5	48	20800

## ANÉIS DE FELTRO

DIN 5419 (agosto de 1942)



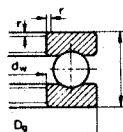
d	d1*	d2	f1	f2	b	h
20	21	31	3	4,2	3,5	5
25	26	38	4	5,5	5	6
30	31	43	4	5,5	5	6
35	36	48	4	5,5	5	6
40	41	53	4	5,5	5	6
45	46	58	4	5,5	5	6
50	51	67	5	7	6	8
55	56	72	5	7	6	8
60	61,5	77	5	7	6	8
65	66,5	82	5	7	6	8
70	71,5	89	6	8,2	7	9
75	76,5	94	6	8,2	7	9
80	81,5	99	6	8,2	7	9
85	86,5	104	6	8,2	7	9
90	92	111	7	9,5	8,5	10
95	97	116	7	9,5	8,5	10
100	102	125	8	11	9,5	12
110	112	135	9	11	9,5	12
115	117	140	8	11	9,5	12
125	127	154	9	12,4	10,5	14
135	137	164	9	12,4	10,5	14
140	142	173	10	13,9	12	16
150	152	183	10	13,9	12	16
160	162	193	10	13,9	12	16
170	172	203	10	13,9	12	16
180	182	213	10	13,9	12	16

\* A medida d1 deve ser aumentada no caso de rolamentos autocompensadores.

## GRUPO DIMENSIONAL 2 (Séries leves)

Rolamento axial de esferas

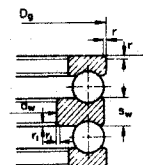
DIN 711 (agosto de 1942)



dw = D	Dg	r	Rol. nº	H	C kgf
10	26	1	51200	11	720
12	28		01	11	780
15	32		02	12	950
17	35		03	12	1000
20	40		04	14	1400
25	47		05	15	1800
30	53		06	16	1960
35	62	1,5	07	18	2650
40	68		08	19	3050
45	73		09	20	3250
50	78		10	22	3450
55	90		11	25	4900
60	95		12	26	5300
65	100		13	27	5500
70	105		14	27	5700
75	110		15	27	5850
80	115		16	28	6100
85	125		17	31	7200
90	135	2	18	35	8650
100	150		20	38	10800
110	160		22	38	11400
120	170		24	39	11800
130	190	2,5	51226	45	15000
140	200		28	46	15600
150	215	2,5	30	50	17000
160	225		32	51	17600
170	240		34	55	20000
180	250		36	56	20800
190	270	3	38	62	24500
200	280		40	62	25000
220	300		44	63	26500
240	340	3,5	48	78	34500
260	360		52	79	36500
280	380		56	80	38000
300	420	4	60	95	49000
320	440		64	95	51000
340	460		68	96	52000
360	500	5	72	110	64000
380	520				
400	540				
420	580	6			
440	600				
460	620				
480	650				
500	670				
530	710				
560	750				
600	800				
630	850	8			
670	900				
710	950				
750	1000				
800	1060	10			
850	1120				

Rolamento axial de esferas

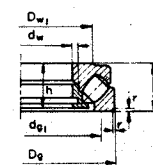
DIN 715 (agosto de 1942)



dw	H	sw	ri	C kgf
10	22	5	0,5	950
15	26	6	0,5	1400
20	28	7		1800
25	29	7		1960
30	34	8		2650
36	36	9	1	3050
37	37	9		3250
40	39	9		3450
45	45	10		4900
50	46	10		5300
55	47	10		5500
57	47	10	1,5	5700
60	47	10		5850
65	48	12		6100
70	55	14		7200
75	62	15		8650
85	67	15		10800
95	67	15		11400
100	68	18	2	11800
110	80	18		15000
120	81	20		15600
130	89	20	2	17000
140	90	20		17600
150	97	21		20000
160	98	21	3	20800
170	109	24		24500
190	110	24		26500

Rolamento axial de rolos abaulados

DIN 728 (agosto de 1942)



Dw1	dg1	H	h	C kgf
285	305	60	57	68000
305	325	60	57	72000
325	345	60	57	75000
355	380	73	69	95000
375	400	73	69	98000
395	420	73	69	102000
420	455	85	81	129000
440	475	85	81	134000
460	490	85	81	140000
490	525	95	91	186000
510	545	95	91	193000
530	570	95	91	200000
555	595	103	99	220000
575	615	103	99	228000
610	650	109	105	250000
645	690	115	111	290000
690	735	122	117	315000
730	780	132	127	375000
775	825	140	135	415000
820	870	145	140	455000
860	915	150	144	500000
915	975	155	149	540000
970	1030	160	154	600000



# ESCOLHA DO AJUSTE

# TOLERÂNCIAS PARA EIXOS

## EIXOS PARA ROLAMENTOS RADIAIS

(Válido só para eixos maciços de aço).

Condições	Exemplos	Diâmetro do eixo em mm			Tolerância	Observações
		Rolamentos de esferas	Rolamentos de rolos cilíndricos e cônicos	Rolamentos auto-compensadores de rolos		
Rolamentos com furo cilíndrico						
Carga fixa sobre o anel interno	O anel interno pode mover-se facilmente no eixo.	Todos os diâmetros			g 6	_____
	O anel interno não precisa mover-se facilmente no eixo.				h 6	
Carga variável sobre o anel interno ou direção de carga indeterminada.	Cargas leves ou variáveis.	< 18	—	—	h 5	Como cargas leves consideram-se as que geralmente não ultrapassam 6-7% da capacidade básica C. Em aplicações que requerem muita exatidão, usam-se j 5, h 5 e m 5 em vez de j 6, h 6 e m 6.
		(18) ÷ 100	< 40	< 40	j 6	
		(100) ÷ 200	(40) ÷ 140	(40) ÷ 100	k 6	
		—	(140) ÷ 200	(100) ÷ 200	m 6	
	Cargas normais e pesadas.	< 18	—	—	j 5	Para rolamentos de rolos cônicos pode-se, em geral, usar h 6 e m 6 em vez de h 5 e m 5 respectivamente, porque na aplicação deste tipo de rolamento não se precisa levar em conta a diminuição da folga interna.
		(18) ÷ 100	< 40	< 40	k 5	
		(100) ÷ 140	(40) ÷ 100	(40) ÷ 65	m 5	
		(140) ÷ 200	(100) ÷ 140	(65) ÷ 100	n 6	
		(200) ÷ 280	(140) ÷ 200	(100) ÷ 140	n 6	
		—	(200) ÷ 400	(140) ÷ 280	p 6	
		—	—	(280) ÷ 500	r 6	
		—	—	> 500	r 7	
	Cargas muito pesadas e cargas de choque em condições severas de funcionamento.	—	(50) ÷ 140	(50) ÷ 100	n 6	Deve-se usar rolamentos com folga maior que a normal.
		—	(140) ÷ 200	(100) ÷ 140	p 6	
		—	—	(140) ÷ 200	r 6	
		—	—	(200) ÷ 500	r 7	
Carga puramente axial.	Aplicações de toda espécie.	Todos os diâmetros			j 6	_____
Rolamentos com furo cônico e bucha cônica						
Cargas de toda espécie.	Aplicações em geral. Caixas de graxa para veículos sobre trilhos.	Todos os diâmetros			h 9/IT 5	As denominações IT 5 e IT 7, postas aos símbolos de tolerância significam que os desvios da forma geométrica do eixo, por exemplo: ovalidade, ou concidade, não devem ultrapassar o 50 e o 70 graus de tolerâncias respectivamente.
	Transmissões.				h 10/IT 7	

## EIXOS PARA ROLAMENTOS AXIAIS

Condições		Diâmetro do eixo em mm	Tolerância
Carga puramente axial		Todos os diâmetros	j 6
Carga combinada sobre rolamentos axiais auto-compensadores de rolos.	Carga fixa sobre a placa móvel.	Todos os diâmetros	j 6
	Carga rotativa sobre a placa móvel ou direção de carga indeterminada.	< 200	k 6
		(200) + 400	m 6
		> 400	n 6

(De acordo com as prescrições da ISO). Limites nominais em  $\mu$ .

Diâmetro nominal do eixo mm		g 6		h 6		h 5		j 5		j 6		k 5		k 6		m 5	
Acima de	Até e inclusive	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
3	6	- 4	- 12	0	- 8	0	- 5	+ 4	- 1	+ 7	- 1	—	—	—	—	—	—
6	10	- 5	- 14	0	- 9	0	- 6	+ 4	- 2	+ 7	- 2	+ 7	+ 1	+ 10	+ 1	—	—
10	18	- 6	- 17	0	- 11	0	- 8	+ 5	- 3	+ 8	- 3	+ 9	+ 1	+ 12	+ 1	—	—
18	30	- 7	- 20	0	- 13	0	- 9	+ 5	- 4	+ 9	- 4	+ 11	+ 2	+ 15	+ 2	+ 17	+ 8
30	50	- 9	- 25	0	- 16	0	- 11	+ 6	- 5	+ 11	- 5	+ 13	+ 2	+ 18	+ 2	+ 20	+ 9
50	80	- 10	- 29	0	- 19	0	- 13	+ 6	- 7	+ 12	- 7	+ 15	+ 2	+ 21	+ 2	+ 24	+ 11
80	120	- 12	- 34	0	- 22	0	- 15	+ 6	- 9	+ 13	- 9	+ 18	+ 3	+ 25	+ 3	+ 28	+ 13
120	180	- 14	- 39	0	- 25	0	- 18	+ 7	- 11	+ 14	- 11	+ 21	+ 3	+ 28	+ 3	+ 33	+ 15
180	250	- 15	- 44	0	- 29	0	- 20	+ 7	- 13	+ 16	- 13	+ 24	+ 4	+ 33	+ 4	+ 37	+ 17
250	315	- 17	- 49	0	- 32	0	- 23	+ 7	- 16	+ 16	- 16	+ 27	+ 4	+ 36	+ 4	+ 43	+ 20
315	400	- 18	- 54	0	- 36	0	- 25	+ 7	- 18	+ 18	- 18	+ 29	+ 4	+ 40	+ 4	+ 46	+ 21
400	500	- 20	- 60	0	- 40	0	- 27	+ 7	- 20	+ 20	- 20	+ 32	+ 5	+ 45	+ 5	+ 50	+ 23
Ajuste do anel interno sobre o eixo		Ajuste forçado leve		Ajuste forçado médio		Ajuste forçado médio		Ajuste forçado apertado				Ajuste forçado duro				Ajuste prensado leve	

Diâmetro nominal do eixo mm		m 6		n 6		p 6		r 6		r 7		h 9 <sup>1)</sup>		h 10 <sup>1)</sup>		IT 5		IT 7	
Acima de	Até e inclusive	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.
10	18	—	—	+ 28	—	—	—	—	—	—	—	0	- 43	8	0	- 70	18	—	—
18	30	+ 21	+ 8	+ 38	+ 15	—	—	—	—	—	—	0	- 52	9	0	- 84	21	—	—
30	50	+ 25	+ 9	+ 33	+ 17	+ 42	+ 26	—	—	—	—	0	- 62	11	0	- 100	25	—	—
50	80	+ 30	+ 11	+ 39	+ 20	+ 51	+ 32	—	—	—	—	0	- 74	13	0	- 120	30	—	—
80	120	+ 35	+ 13	+ 45	+ 23	+ 59	+ 37	—	—	—	—	0	- 87	15	0	- 140	35	—	—
120	140	+ 40	+ 15	+ 52	+ 27	+ 68	+ 43	+ 88	+ 63	—	—	0	- 100	18	0	- 160	40	—	—
140	160	+ 40	+ 15	+ 52	+ 27	+ 68	+ 43	+ 90	+ 65	—	—	0	- 100	18	0	- 160	40	—	—
160	180	+ 40	+ 15	+ 52	+ 27	+ 68	+ 43	+ 93	+ 68	—	—	0	- 100	18	0	- 160	40	—	—
180	200	+ 46	+ 17	+ 60	+ 31	+ 79	+ 50	+ 106	+ 77	—	—	0	- 115	20	0	- 185	46	—	—
200	225	+ 46	+ 17	+ 60	+ 31	+ 79	+ 50	+ 109	+ 80	+ 126	+ 80	0	- 115	20	0	- 185	46	—	—
225	250	+ 46	+ 17	+ 60	+ 31	+ 79	+ 50	+ 113	+ 84	+ 130	+ 84	0	- 115	20	0	- 185	46	—	—
250	280	+ 52	+ 20	+ 66	+ 34	+ 88	+ 56	+ 126	+ 94	+ 146	+ 94	0	- 130	23	0	- 210	52	—	—
280	315	+ 52	+ 20	+ 66	+ 34	+ 88	+ 56	+ 130	+ 98	+ 150	+ 98	0	- 130	23	0	- 210	52	—	—
315	355	+ 57	+ 21	+ 73	+ 37	+ 98	+ 62	+ 144	+ 108	+ 165	+ 108	0	- 140	25	0	- 230	57	—	—
355	400	+ 57	+ 21	+ 73	+ 37	+ 98	+ 62	+ 150	+ 114	+ 171	+ 114	0	- 140	25	0	- 230	57	—	—
400	450	+ 63	+ 23	+ 80	+ 40	+ 108	+ 68	+ 166	+ 126	+ 189	+ 126	0	- 155	27	0	- 250	63	—	—
450	500	+ 63	+ 23	+ 80	+ 40	+ 108	+ 68	+ 172	+ 132	+ 195	+ 132	0	- 155	27	0	- 250	63	—	—
Ajuste do anel interno sobre o eixo		Ajuste prensado leve		Ajuste prensado médio		Ajuste prensado duro		Ajuste prensado duro		Estas tolerâncias são usadas para rolamentos com buchas de fixação ou bucha de desmontagem.									

<sup>1)</sup> Na aplicação das tolerâncias h 9 e h 10 para rolamentos com bucha de fixação ou de desmontagem, a ovalidade do eixo, concidade, etc., não deve ser superior a IT 5 e IT 7, respectivamente.

# ESCOLHA DO AJUSTE

# TOLERÂNCIAS PARA CAIXAS

## CAIXAS PARA ROLAMENTOS RADIAIS

Válido para caixas de ferro fundido ou de aço. Para caixas de liga leve, escolha-se uma tolerância que dê um ajuste mais forte que o que resulta das indicações da tabela.

Condições	Exemplos	Tolerância	Observações*
Caixas fixas	Cargas pesadas sobre rolamentos em caixas de paredes finas.	P 7	O anel externo não tem mobilidade axial.
	Cargas normais e pesadas.	N 7	
	Cargas leves e variáveis.	M 7	
Caixas deslizantes ou instáveis	Cargas pesadas de choque.	K 7	O anel externo geralmente tem mobilidade axial.
	Cargas pesadas e normais. Mobilidade axial do anel externo não necessária.	K 7	
	Cargas normais e leves. Mobilidade axial do anel externo necessária.	J 7	
Caixas fixas sobre o eixo	Cargas de choque com eventuais interrupções da ação da carga.	H 7	O anel externo tem fácil mobilidade axial.
	Todas as espécies de carga.	H 8	
	Cargas normais e leves com condições simples de serviço.	G 7	
Caixas instáveis	Transmissão de calor através do eixo.	H 7	O anel externo tem mobilidade axial.
	Transmissão de calor através do eixo.	H 7	
	Transmissão de calor através do eixo.	H 7	

\* As informações relativas à mobilidade axial do anel externo indicam se o ajuste é apropriado para rolamentos indissociáveis para os quais se exige movimento axial livre.

## CAIXAS PARA ROLAMENTOS AXIAIS

Condições	Tolerância	Observações
Carga permanente axial	H 8	Em aplicações que não exijam grande exatidão de rotação, monta-se a placa fixa ou a contra-placa com jogo radial.
	—	Placa fixa com jogo radial.
	—	Placa fixa com jogo radial.
Carga combinada em rolamentos axiais auto-compensadores de rolos.	J 7	—
	K 7	Em geral.
	M 7	Com carga relativamente grande.

(Até e inclusive 500 mm de acordo com as normas da ISO. As restantes, estabelecidas de acordo com os princípios válidos para as tolerâncias ISO). Limites nominais em  $\mu$ .

Diâmetro nominal do furo mm		G 7		H 8		H 7		J 7		J 8		K 6	
Acima de	Até e inclusive	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
10	18	+ 6	+ 24	0	+ 27	0	+ 18	- 8	+ 10	- 5	+ 6	- 0	+ 2
18	30	+ 7	+ 28	0	+ 33	0	+ 21	- 9	+ 12	- 5	+ 8	- 1	+ 2
30	50	+ 9	+ 34	0	+ 39	0	+ 25	- 11	+ 14	- 6	+ 10	- 13	+ 3
50	80	+ 10	+ 40	0	+ 46	0	+ 30	- 12	+ 16	- 6	+ 13	- 15	+ 4
80	120	+ 12	+ 47	0	+ 54	0	+ 35	- 13	+ 22	- 6	+ 16	- 19	+ 4
120	180	+ 14	+ 54	0	+ 63	0	+ 40	- 14	+ 26	- 7	+ 19	- 21	+ 4
180	250	+ 15	+ 61	0	+ 72	0	+ 46	- 15	+ 30	- 7	+ 22	- 24	+ 5
250	315	+ 17	+ 69	0	+ 81	0	+ 52	- 16	+ 36	- 7	+ 25	- 27	+ 5
315	400	+ 18	+ 75	0	+ 89	0	+ 57	- 18	+ 39	- 7	+ 29	- 29	+ 7
400	500	+ 20	+ 83	0	+ 97	0	+ 63	- 20	+ 43	- 7	+ 33	- 32	+ 8
500	630	+ 22	+ 90	0	+ 105	0	+ 69	- 22	+ 46	- 8	+ 35	- 35	+ 8
630	800	+ 23	+ 99	0	+ 115	0	+ 76	- 24	+ 52	- 9	+ 38	- 38	+ 9
800	1000	+ 25	+ 109	0	+ 130	0	+ 84	- 26	+ 58	- 10	+ 42	- 43	+ 9

Ajuste do anel externo dentro da caixa	Ajuste semi-rotativo	Ajuste deslizante	Ajuste forçado leve	Ajuste forçado médio
--	----------------------	-------------------	---------------------	----------------------

Diâmetro nominal do furo mm		K 7		M 6		M 7		N 6		N 7		P 7	
Acima de	Até e inclusive	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
10	18	- 12	+ 6	- 15	- 4	- 18	0	- 20	- 9	- 23	- 5	- 20	- 11
18	30	- 15	+ 6	- 17	- 4	- 21	0	- 24	- 11	- 28	- 7	- 35	- 14
30	50	- 18	+ 7	- 20	- 4	- 25	0	- 28	- 12	- 33	- 8	- 42	- 17
50	80	- 21	+ 9	- 24	- 5	- 30	0	- 33	- 14	- 39	- 9	- 51	- 21
80	120	- 25	+ 10	- 28	- 6	- 35	0	- 38	- 16	- 45	- 10	- 59	- 24
120	180	- 28	+ 12	- 33	- 8	- 40	0	- 45	- 20	- 52	- 12	- 68	- 28
180	250	- 33	+ 13	- 37	- 8	- 46	0	- 51	- 22	- 60	- 14	- 79	- 33
250	315	- 36	+ 16	- 41	- 9	- 52	0	- 57	- 25	- 66	- 14	- 88	- 36
315	400	- 40	+ 17	- 46	- 10	- 57	0	- 62	- 26	- 73	- 16	- 98	- 41
400	500	- 45	+ 18	- 50	- 10	- 63	0	- 67	- 27	- 80	- 17	- 108	- 45
500	630	- 48	+ 20	- 55	- 12	- 68	0	- 74	- 31	- 87	- 19	- 118	- 50
630	800	- 52	+ 24	- 62	- 15	- 76	0	- 82	- 35	- 96	- 20	- 130	- 54
800	1000	- 58	+ 26	- 69	- 17	- 84	0	- 91	- 39	- 106	- 22	- 143	- 59

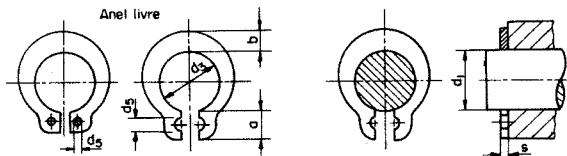
Ajuste do anel externo dentro da caixa	Ajuste forçado médio	Ajuste forçado apertado	Ajuste forçado duro	Ajuste prensado leve
--	----------------------	-------------------------	---------------------	----------------------

# ANÉIS ELÁSTICOS

Dimensões em mm

## ANÉIS ELÁSTICOS PARA EIXOS SEM RANHURA

TIPO G  
(RHENO)

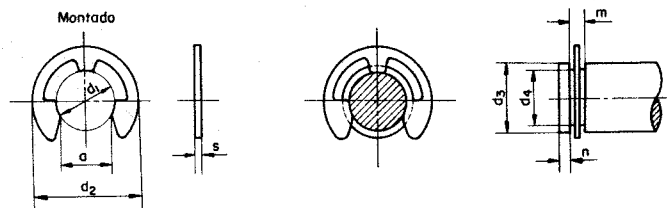


Diâmetro nominal do eixo d <sub>1</sub> (H10)	s	d <sub>3</sub>	a ~	b ~	d <sub>5</sub>	Peso (kg/1000)	Carga máxima (kg)
1,5	0,40	1,40	1,7	0,7	0,9	0,02	4,0
2,0	0,60	1,90	1,8	1,0	0,9	0,03	5,0
2,2	0,60	2,05	1,9	1,1	0,9	0,035	5,0
2,5	0,60	2,35	1,9	1,2	0,9	0,04	6,0
2,8	0,60	2,65	1,9	1,3	0,9	0,045	7,0
3,0	0,60	2,85	1,9	1,4	0,9	0,05	7,5
3,5	0,60	3,30	2,0	1,6	0,9	0,08	9,0
4,0	0,80	3,80	2,8	1,8	1,2	0,17	10,0
4,5	0,80	4,25	2,9	2,0	1,3	0,22	12,0
5,0	0,80	4,75	2,9	2,2	1,3	0,26	13,0
5,5	0,80	5,20	3,0	2,2	1,3	0,30	15,0
6,0	1,00	5,70	3,1	2,4	1,4	0,38	17,0
7,0	1,00	6,70	3,3	2,7	1,4	0,48	18,0
8,0	1,00	7,70	3,5	3,0	1,4	0,55	20,0
9,0	1,20	8,65	4,7	3,3	1,5	0,75	23,0
10,0	1,20	9,65	4,7	3,5	2,0	0,96	25,0
11,0	1,20	10,60	4,7	4,2	2,0	1,25	28,0
12,0	1,20	11,60	4,8	4,6	2,0	1,50	30,0
13,0	1,20	12,55	5,0	5,0	2,0	1,80	32,0
13,8	1,50	13,30	5,0	5,4	2,2	2,65	35,0
14,0	1,50	13,50	5,0	5,4	2,2	2,60	35,0
15,0	1,50	14,50	5,0	5,6	2,2	2,80	40,0
16,0	1,50	15,40	5,5	5,8	2,5	3,20	50,0
17,0	1,75	16,35	6,0	6,2	2,5	4,80	60,0
18,0	1,75	17,30	6,0	6,6	2,5	5,20	70,0
20,0	1,75	19,30	6,0	7,1	2,5	6,00	75,0
22,0	1,75	21,20	6,5	7,4	2,5	6,50	80,0
24,0	1,75	23,15	6,5	7,8	2,5	6,80	85,0
25,0	1,75	24,15	6,5	8,2	2,5	7,00	90,0

## ANÉIS ELÁSTICOS "DA" PARA TRAVAMENTO

	DAj - de 8 mm até 60 mm. Aplicação: anel para travamento de pino de pistão.
	DAb - de 10 mm até 60 mm. Aplicação: em cruzetas.
	DAd - qualquer medida. Aplicação: anel para eixos - especial.
	DAi - de 9,5 mm até 1000 mm. Aplicação: para furos em geral - trabalha internamente.
	DAp - de 10 mm até 60 mm. Aplicação: em cruzetas e travamento de pino de pistão.
	DAc - de 30 mm até 400 mm. Aplicação: para entalhados e outros usos generalizados.
	DAr - de 4 mm até 390 mm. Aplicação: para rolamentos.
	DAe - de 4 mm até 1000 mm. Aplicação: em eixos - trabalha externamente.

## ANÉIS ELÁSTICOS PARA EIXO TIPO RS (DIN 6799) (RHENO)

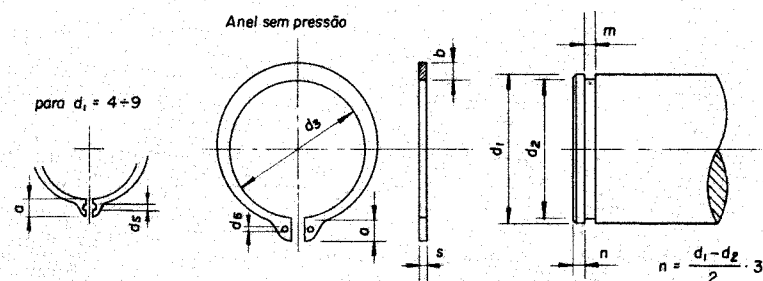


Diâmetro nominal d <sub>1</sub>	Dimensões do anel					Dimensões da ranhura							
	d <sub>2</sub> montado	a H10	s	tol. perm.	Peso (kg/1000)	d <sub>3</sub> de	d <sub>3</sub> até	d <sub>4</sub> H11	m	tol. perm.	n min.	Carga máxima p/ d <sub>3</sub> min (kg)	d <sub>3</sub> máx (kg)
0,8	2,0	0,58	0,2	± 0,02	0,003	1,0	1,4	0,8	0,24	+ 0,02	0,4	2	3
1,2	3,0	1,01	0,3		0,010	1,4	2,0	1,2	0,34		0,6	4	8
1,5	4,0	1,28	0,4		0,020	2,0	2,5	1,5	0,44		0,8	7	12
1,9	4,5	1,61	0,5		0,030	2,5	3,0	1,9	0,54		1,0	10	20
2,3	6,0	1,94	0,6		0,070	3,0	4,0	2,3	0,64		1,0	14	32
3,2	7,0	2,70	0,6		0,090	4,0	5,0	3,2	0,84		1,0	20	45
4,0	9,0	3,34	0,7		0,165	5,0	7,0	4,0	0,74		1,2	30	65
5,0	11,0	4,11	0,7		0,234	6,0	8,0	5,0	0,74		1,2	40	75
6,0	12,0	5,26	0,7		0,240	7,0	9,0	6,0	0,74		1,2	50	100
7,0	14,0	5,84	0,9		0,481	8,0	11,0	7,0	0,94		1,5	60	120
8,0	16,0	6,52	1,0	± 0,03	0,660	9,0	12,0	8,0	1,05	+ 0,06	1,8	70	170
9,0	18,5	7,63	1,1		1,030	10,0	14,0	9,0	1,15		2,0	80	200
10,0	20,0	8,32	1,2		1,120	11,0	15,0	10,0	1,25		2,0	90	220
12,0	23,0	10,45	1,3		1,650	13,0	18,0	12,0	1,35		2,5	100	240
15,0	29,0	12,61	1,5		3,000	16,0	24,0	15,0	1,55		3,0	130	300



TIPO DAe

ANEL ELÁSTICO PARA EIXOS



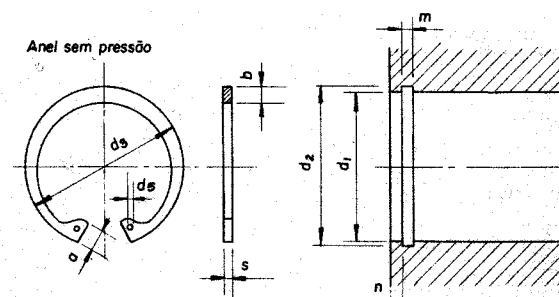
Medidas em mm

d <sub>1</sub>	s	d <sub>3</sub>	~a	~b	d <sub>5</sub>	d <sub>2</sub>	m	d <sub>1</sub>	s	d <sub>3</sub>	~a	~b	d <sub>5</sub>	d <sub>2</sub>	m
hll						mín		hll						mín	
4	0,40	3,7	1,8	0,7	1,0	3,8	0,50	34	1,50	31,5	5,3	4,0	2,5	32,3	1,60
5	0,60	4,7	2,2	1,1	1,0	4,8	0,70	35	1,50	32,2	5,4	4,0	2,5	33,0	1,60
6	0,70	5,6	2,6	1,3	1,2	5,7	0,80	36	1,75	33,2	5,4	4,0	2,5	34,0	1,85
7	0,80	6,5	2,8	1,3	1,2	6,7	0,90	37	1,75	34,2	5,5	4,0	2,5	35,0	1,85
8	0,80	7,4	2,8	1,5	1,2	7,6	0,90	38	1,75	35,2	5,6	4,5	2,5	36,0	1,85
9	1,00	8,4	3,0	1,7	1,3	8,6	1,10	39	1,75	36,0	5,7	4,5	2,5	37,0	1,85
10	1,00	9,3	3,0	1,8	1,5	9,6	1,10	40	1,75	36,5	5,8	4,5	2,5	37,5	1,85
11	1,00	10,2	3,1	1,9	1,5	10,5	1,10	42	1,75	38,5	6,2	4,5	2,5	39,5	1,85
12	1,00	11,0	3,2	2,2	1,7	11,5	1,10	44	1,75	40,5	6,3	4,5	2,5	41,5	1,85
13	1,00	11,9	3,3	2,2	1,7	12,4	1,10	45	1,75	41,5	6,3	4,8	2,5	42,5	1,85
14	1,00	12,9	3,4	2,2	1,7	13,4	1,10	46	1,75	42,5	6,3	4,8	2,5	43,5	1,85
15	1,00	13,8	3,5	2,2	1,7	14,3	1,10	47	1,75	43,5	6,4	4,8	2,5	44,5	1,85
16	1,00	14,7	3,6	2,2	1,7	15,2	1,10	48	1,75	44,5	6,5	4,8	2,5	45,5	1,85
17	1,00	15,7	3,7	2,2	1,7	16,2	1,10	50	2,00	45,8	6,7	5,0	2,5	47,0	2,15
18	1,20	16,5	3,8	2,7	1,7	17,0	1,30	52	2,00	47,8	6,8	5,0	2,5	49,0	2,15
19	1,20	17,5	3,9	2,7	2,0	18,0	1,30	54	2,00	49,8	6,9	5,0	2,5	51,0	2,15
20	1,20	18,5	3,9	2,7	2,0	19,0	1,30	55	2,00	50,8	7,0	5,0	2,5	52,0	2,15
21	1,20	19,5	4,0	2,7	2,0	20,0	1,30	56	2,00	51,8	7,0	5,0	2,5	53,0	2,15
22	1,20	20,5	4,1	2,7	2,0	21,0	1,30	57	2,00	52,8	7,1	5,5	2,5	54,0	2,15
23	1,20	21,5	4,2	2,7	2,0	22,0	1,30	58	2,00	53,8	7,1	5,5	2,5	55,0	2,15
24	1,20	22,2	4,2	3,1	2,0	22,9	1,30	60	2,00	55,8	7,2	5,5	2,5	57,0	2,15
25	1,20	23,2	4,3	3,1	2,0	23,9	1,30	62	2,00	57,8	7,2	5,5	2,5	59,0	2,15
26	1,20	24,2	4,4	3,1	2,0	24,9	1,30	63	2,00	58,8	7,3	5,5	2,5	60,0	2,15
27	1,20	24,9	4,5	3,1	2,0	25,6	1,30	65	2,50	60,8	7,4	6,4	2,5	62,0	2,65
28	1,50	25,9	4,6	3,1	2,0	26,6	1,60	67	2,50	62,5	7,6	6,4	2,5	64,0	2,65
29	1,50	26,9	4,7	3,5	2,0	27,6	1,60	68	2,50	63,5	7,8	6,4	2,5	65,0	2,65
30	1,50	27,9	4,8	3,5	2,0	28,6	1,60	70	2,50	65,5	7,8	6,4	2,5	67,0	2,65
31	1,50	28,6	4,9	3,5	2,5	29,3	1,60	72	2,50	67,5	7,9	7,0	2,5	69,0	2,65
32	1,50	29,6	5,0	3,5	2,5	30,3	1,60	75	2,50	70,5	7,9	7,0	2,5	72,0	2,65
33	1,50	30,5	5,1	3,5	2,5	31,3	1,60	77	2,50	72,5	8,0	7,0	2,5	74,0	2,65

Resumo do catálogo "Daniel Abraham"

TIPO DAi

ANEL ELÁSTICO PARA FUROS



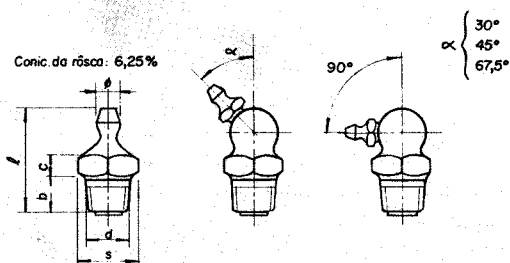
$$n = \frac{d_2 - d_1}{2} \cdot 3$$

d <sub>1</sub>	s	d <sub>3</sub>	~a	~b	d <sub>5</sub>	d <sub>2</sub>	m	d <sub>1</sub>	s	d <sub>3</sub>	~a	~b	d <sub>5</sub>	d <sub>2</sub>	m
hll						mín		hll						mín	
9,5	1,00	10,30	3,00	1,60	1,50	9,90	1,10	38	1,50	40,80	5,30	4,00	2,50	40,00	1,80
10	1,00	10,80	3,10	1,60	1,50	10,40	1,10	39	1,50	42,00	5,50	4,00	2,50	41,00	1,80
10,5	1,00	11,30	3,10	1,60	1,50	10,90	1,10	40	1,75	43,50	5,70	4,00	2,50	42,50	1,85
11	1,00	11,80	3,20	1,60	1,50	11,40	1,10	41	1,75	44,50	5,70	4,00	2,50	43,50	1,85
12	1,00	13,00	3,30	2,00	1,70	12,50	1,10	42	1,75	45,50	5,80	4,00	2,50	44,50	1,85
13	1,00	14,10	3,50	2,00	1,70	13,60	1,10	43	1,75	46,50	5,80	4,50	2,50	45,50	1,85
14	1,00	15,10	3,60	2,00	1,70	14,60	1,10	44	1,75	47,50	5,90	4,50	2,50	46,50	1,85
15	1,00	16,20	3,60	2,00	1,70	15,70	1,10	45	1,75	48,50	5,90	4,50	2,50	47,50	1,85
16	1,00	17,30	3,70	2,00	1,70	16,80	1,10	46	1,75	49,50	6,00	4,50	2,50	48,50	1,85
17	1,00	18,30	3,80	2,00	1,70	17,80	1,10	47	1,75	50,50	6,10	4,50	2,50	49,50	1,85
18	1,00	19,50	4,00	2,50	1,70	19,00	1,10	48	1,75	51,50	6,20	4,50	2,50	50,50	1,85
19	1,00	20,50	4,00	2,50	2,00	20,00	1,10	50	2,00	54,20	6,50	4,50	2,50	53,00	2,15
20	1,00	21,50	4,00	2,50	2,00	21,00	1,10	51	2,00	55,20	6,50	5,10	2,50	54,00	2,15
21	1,00	22,50	4,10	2,50	2,00	22,00	1,10	52	2,00	56,20	6,50	5,10	2,50	55,00	2,15
22	1,00	23,50	4,10	2,50	2,00	23,00	1,10	53	2,00	57,20	6,50	5,10	2,50	56,00	2,15
23	1,20	24,60	4,20	2,50	2,00	24,10	1,30	54	2,00	58,20	6,50	5,10	2,50	57,00	2,15
24	1,20	25,90	4,30	2,50	2,00	25,20	1,30	55	2,00	59,20	6,50	5,10	2,50	58,00	2,15
25	1,20	26,90	4,40	3,00	2,00	26,20	1,30	56	2,00	60,20	6,50	5,10	2,50	59,00	2,15
26	1,20	27,90	4,60	3,00	2,00	27,20	1,30	57	2,00	61,20	6,80	5,10	2,50	60,00	2,15
27	1,20	29,10	4,60	3,00	2,00	28,40	1,30	58	2,00	62,20	6,80	5,10	2,50	61,00	2,15
28	1,20	30,10	4,70	3,00	2,00	29,40	1,30	60	2,00	64,20	6,80	5,50	2,50	63,00	2,15
29	1,20	31,10	4,70	3,00	2,00	30,40	1,30	62	2,00	66,20	6,90	5,50	2,50	65,00	2,15
30	1,20	32,10	4,70	3,00	2,00	31,40	1,30	63	2,00	67,20	6,90	5,50	2,50	66,00	2,15
31	1,20	33,40	5,20	3,50	2,50	32,70	1,30	65	2,50	69,20	7,00	5,50	2,50	68,00	2,65
32	1,20	34,40	5,20	3,50	2,50	33,70	1,30	67	2,50	71,50	7,00	6,00	2,50	70,00	2,65
33	1,50	35,50	5,20	3,50	2,50	34,70	1,30	68	2,50	72,50	7,40	6,00	2,50	71,00	2,65
34	1,50	36,50	5,20	3,50	2,50	35,70	1,60	70	2,50	74,50	7,40	6,00	2,50	73,00	2,65
35	1,50	37,80	5,20	3,50	2,50	37,00	1,60	72	2,50	76,50	7,80	6,60	2,50	75,00	2,65
36	1,50	38,80	5,20	3,50	2,50	38,00	1,60	75	2,50	79,50	7,80	6,60	2,50	78,00	2,65
37	1,50	39,80	5,20	3,50	2,50	39,00	1,60	77	2,50	81,50	7,80	6,60	2,50	80,00	2,65

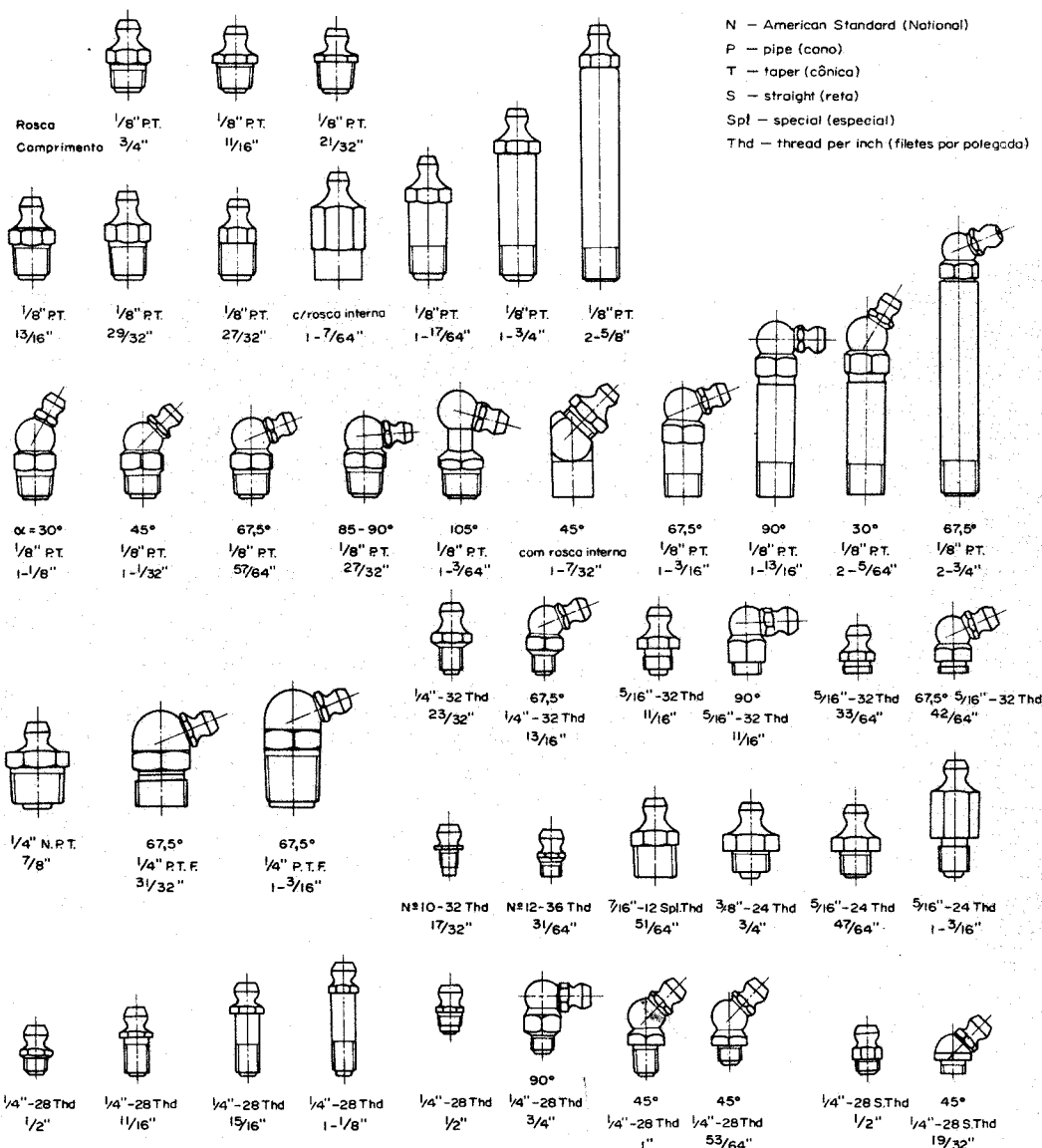
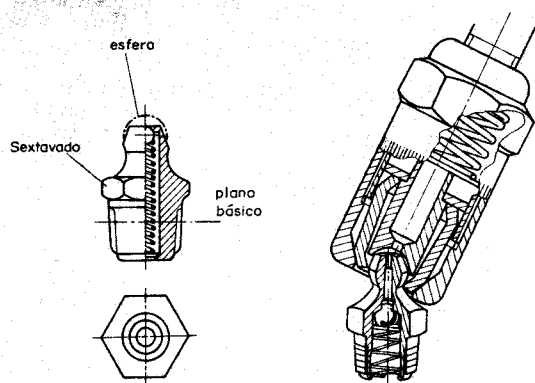
# ENGRAXADEIRAS

ROSÇAS NPT = Pg 1367 MACHINERY'S HANDBOOK

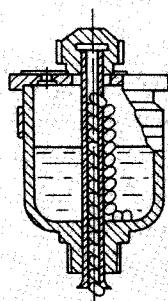
## ENGRAXADEIRAS LUB



d	l	b	φ	s	c	pêso kg
M 6	13,5	4,5	6	7		0,005
M 10 x 1	20	7	6	11		0,009
1/4" - 28 SAE	1/2"	3/16"	1/4"	5/16"	1/8"	
1/8" NPT	11/16"	1/4"	1/4"	7/16"	3/16"	



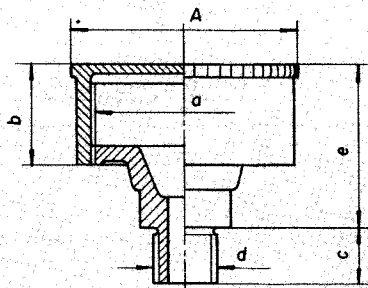
## COPOS COM SUPRIMENTO CONSTANTE DE ÓLEO LUBRIFICANTE



Copo de mecha



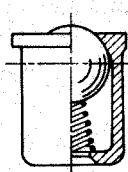
Copo com  
conta-gotas



## ENGRAXADEIRA STAUFFER

Nº	A mm	a mm	b mm	e mm	d rôscas gás	c mm	Ø do eixo mm	conteúdo cm³
1	18	15	18	28	1/8"	10	10-20	2,7
2	25	20	20	32	1/4"	10	20-30	5
3	40	30	22	32	1/4"	12	30-40	12
4	50	40	22	36	1/4"	12	45-55	22
5	60	50	24	38	1/4"	13	60-70	40
6	70	60	26	42	1/4"	13	75-90	60
7	80	70	30	46	3/8"	14	100-110	90
8	95	80	34	54	3/8"	14	120-140	150
9	105	90	38	56	1/2"	18	150-160	270
10	120	105	46	74	1/2"	18	mais de 160	480

## ENGRAXADEIRAS EMBUTIDAS



Tamanho 5/16"  
Comprim. 15/32"



5/16"  
21/64"



3/8"  
11/32"



1/4"  
11/32"



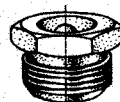
1/8" P.T.  
17/32"



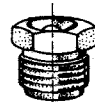
1/8" P.T.  
23/64"



1/4" P.T.  
9/16"



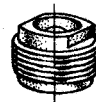
3/4" P.T.  
7/8"



1/2" P.T.  
55/64"



3/8" P.T.  
49/64"

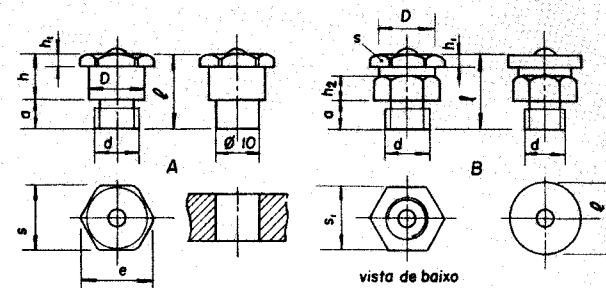


3/4" P.T.  
3/4"



1/2" P.T.  
55/64"

## ENGRAXADEIRA TECALEMIT



Dimensões em mm

	d	D	a	h	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	l	s	s <sub>1</sub>	e
A	M 10 x 1	12,5	6	10	2,5	—	16	15	—	16,5
B	M 6	7,5	4,5	10	2	3,5	14,5	9	10	10
	M 10 x 1	12,5	6	12	2,5	6	18	15	14	16,5

# MOLAS

vide publicação: MOLAS

## LEGENDA

P = carga  
 $\ell$  = comprimento do fio da mola  
D = diâmetro da hélice  
d = diâmetro do fio  
V = volume da mola [cm<sup>3</sup>]  
f = flecha  
 $\sigma_f$  = tensão à flexão (6 000 kg/cm<sup>2</sup> para aço temp.)  
 $\tau$  = tensão à torção (4 000 kg/cm<sup>2</sup> para aço temp.)

n = número de espiras  
T = trabalho realizado pela mola  
E = mód. de elast. normal (2150 000 kg/cm<sup>2</sup> para aço temperado)  
G = mód. de elast. tangencial (850 000 kg/cm<sup>2</sup> para aço temp.)  
M<sub>f</sub> = momento fletor  
J = momento de inércia  
W = módulo de resistência  
 $\Delta = D : d$  (relação entre o diâmetro da hélice e o diâmetro do fio)

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>, ... cargas parciais  
D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, ... diâmetros de cada mola  
d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>, d<sub>3</sub>, ... diâmetro do fio de cada mola  
 $\ell_0 = n \cdot d$  = comprimento da mola bloqueada  
 $\ell_{\min} = 1,1 \ell_0 = 1,1 n d$  = comprimento mola comprimida  
folga mínima entre as espiras = 0,1 d  
 $\ell = \ell_{\min} + f$  = comprimento da mola livre  
 $\ell_{ef} = \ell + d$  = comprimento efetivo da mola

Nota: para maiores detalhes e outros tipos consulte a nossa publicação "MOLAS".

## À FLEXÃO

TIPO	CARGA P (kg)	FLEXA f (cm)	TRABALHO T (Kgc)	FLEXIBILIDADE
RETANGULAR	$P = \frac{b \ell^3}{64} \sigma_f$	$f = \frac{P \ell^3}{3 E J} = 4 \frac{b \ell^3}{b^3} \frac{P}{E} = \frac{2}{3} \frac{\ell^3}{b^2} \frac{P}{E}$	$T = \frac{P \ell}{2} \cdot \frac{V}{16} \frac{\sigma_f}{E}$	$\frac{f}{P} = 4 \frac{\ell^3}{b^3} \frac{1}{E} = \frac{2}{3} \frac{\ell^3}{b^2} \frac{1}{E}$
TRIANGULAR	$P = \frac{b \ell^3}{64} \sigma_f$	$f = \frac{P \ell^3}{2 E J} = 6 \frac{b \ell^3}{b^3} \frac{P}{E} = \frac{3}{2} \frac{\ell^3}{b^2} \frac{P}{E}$	$T = \frac{P \ell}{2} \cdot \frac{V}{6} \frac{\sigma_f}{E}$	$\frac{f}{P} = 6 \frac{\ell^3}{b^3} \frac{1}{E} = \frac{3}{2} \frac{\ell^3}{b^2} \frac{1}{E}$
PERFIL PARABÓLICO DE SEÇÃO RETANGULAR	$P = \frac{b \ell^3}{64} \sigma_f$ A espessura a à distância x da extremidade é dada por: parábola normal: $a = \frac{4 \ell x}{\ell^2} \sqrt{\frac{f}{3}}$ parábola cúbica: $a = \frac{4 \ell x}{\ell^2} \sqrt{\frac{f}{3}}$	$f = \frac{P \ell^3}{2 E J} = 6 \frac{b \ell^3}{b^3} \frac{P}{E} = \frac{3}{2} \frac{\ell^3}{b^2} \frac{P}{E}$	$T = \frac{P \ell}{2} \cdot \frac{V}{9} \frac{\sigma_f}{E}$	$\frac{f}{P} = 6 \frac{\ell^3}{b^3} \frac{1}{E} = \frac{3}{2} \frac{\ell^3}{b^2} \frac{1}{E}$
(1) Para os sólidos de resistência uniforme: $\frac{M}{W} = \sigma_f$ A linha elástica é um arco de circ. dada por: $r = \frac{E J}{M_f}$				
ESPIRAL DE SEÇÃO RETANG.	$P = \frac{b \ell^3}{64} \sigma_f$	$f = r w = \frac{P \ell^3}{E J} = 12 \frac{b \ell^3}{b^3} \frac{P}{E} = 2 \frac{\ell^3}{b^2} \frac{P}{E}$	$T = \frac{P \ell}{2} \cdot \frac{V}{6} \frac{\sigma_f}{E}$	$\frac{f}{P} = 12 \frac{\ell^3}{b^3} \frac{1}{E} = 2 \frac{\ell^3}{b^2} \frac{1}{E}$
HELICOIDAL DE SEÇÃO RET.	$P = \frac{b \ell^3}{64} \sigma_f$	$f = r w = \frac{P \ell^3}{E J} = 12 \frac{b \ell^3}{b^3} \frac{P}{E} = 2 \frac{\ell^3}{b^2} \frac{P}{E}$	$T = \frac{P \ell}{2} \cdot \frac{V}{6} \frac{\sigma_f}{E}$	$\frac{f}{P} = 12 \frac{\ell^3}{b^3} \frac{1}{E} = 2 \frac{\ell^3}{b^2} \frac{1}{E}$
HELICOIDAL DE SEÇÃO CIRC.	$P = \frac{\pi d^3}{32} \sigma_f$	$f = r w = \frac{P \ell^3}{E J} = \frac{64}{\pi} \frac{\ell^3}{d^4} \frac{P}{E} = 2 \frac{\ell^3}{d^3} \frac{P}{E}$	$T = \frac{P \ell}{2} \cdot \frac{V}{8} \frac{\sigma_f}{E}$	$\frac{f}{P} = \frac{64}{\pi} \frac{\ell^3}{d^4} \frac{1}{E} = 2 \frac{\ell^3}{d^3} \frac{1}{E}$

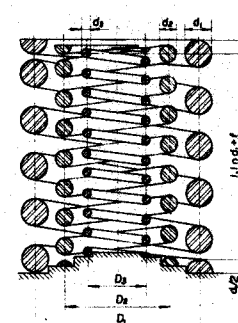
(2) Estes três tipos de molas espirais são sólidos de igual resistência à flexão.  
 $\ell = \pi n D$ ; e no caso da mola espiral temos: D = diâmetro médio.

## À TORÇÃO

TIPO	CARGA P (kg)	FLEXA f (cm)	TRABALHO T (kgcm)	FLEXIBILIDADE
BARRA DE SEÇÃO CIRC.	$P = \frac{\pi d^3}{16} \tau = 0,1963 \frac{d^3}{r} \tau = \frac{1}{5} \frac{d^3}{r} \tau$	$f = r w = \frac{32 \ell^2}{\pi d^4} \frac{P}{G} = 2 \frac{\ell^2}{d^3} \frac{P}{G}$	$T = \frac{P \ell}{2} \cdot \frac{V}{4} \frac{\tau}{G}$	$\frac{f}{P} = \frac{32 \ell^2}{\pi d^4} \frac{1}{G} = 2 \frac{\ell^2}{d^3} \frac{1}{G}$
BARRA DE SEÇÃO RETANG.	$P = \frac{2}{3} \frac{b \ell^3}{r} \tau$	$f = r w = \mu \frac{32 \ell^2}{\pi d^4} \frac{P}{G} = \mu \frac{2}{3} \frac{\ell^2}{d^3} \frac{P}{G}$	$T = \frac{P \ell}{2} \cdot \mu \frac{2}{3} \frac{b \ell^2}{b^3} \frac{\tau}{G}$	$\frac{f}{P} = \mu \frac{32 \ell^2}{\pi d^4} \frac{1}{G} = \mu \frac{2}{3} \frac{\ell^2}{d^3} \frac{1}{G}$
HELICE CILÍNDRICA DE SEÇÃO CIRCULAR	$P = \frac{\pi d^3}{16} \tau = 0,1963 \frac{d^3}{r} \tau = \frac{1}{5} \frac{d^3}{r} \tau$	$f = 64 \frac{n^3}{d^4} \frac{P}{G} = 4 \pi \frac{n^3}{d^3} \frac{P}{G}$	$T = \frac{P \ell}{2} \cdot \frac{V}{4} \frac{\tau}{G}$	$\frac{f}{P} = 64 \frac{n^3}{d^4} \frac{1}{G} = 4 \pi \frac{n^3}{d^3} \frac{1}{G}$
HELICE CILÍNDRICA DE SEÇÃO RETANGULAR	$P = \frac{2}{3} \frac{b \ell^3}{r} \tau$	$f = \mu \frac{64 \pi n^3}{d^4} \frac{P}{G} = \mu \frac{4}{3} \pi n^3 \frac{P}{d^3} \frac{1}{G}$	$T = \frac{P \ell}{2} \cdot \mu \frac{2}{3} \frac{b \ell^2}{b^3} \frac{\tau}{G}$	$\frac{f}{P} = \mu \frac{64 \pi n^3}{d^4} \frac{1}{G} = \mu \frac{4}{3} \pi n^3 \frac{1}{d^3} \frac{1}{G}$
(3) Estes 4 tipos de molas são sólidos de igual resistência à torção. (a) e = b - A posição da seção retangular (vertical ou horizontal) não influi na resistência. $\mu = 1,2$ para seção quadrada; $\mu = 1,2 + 1,5$ para seção retangular.				
HELICE CÔNICA DE SEÇÃO CIRCULAR	$P = \frac{\pi d^3}{16} \tau = 0,1963 \frac{d^3}{r} \tau = \frac{1}{5} \frac{d^3}{r} \tau$	$f = \frac{16 \ell^2}{\pi d^4} \frac{P}{G} = \frac{\ell^2}{d^3} \frac{P}{G}$	$T = \frac{P \ell}{2} \cdot \frac{V}{8} \frac{\tau}{G}$	$\frac{f}{P} = \frac{16 \ell^2}{\pi d^4} \frac{1}{G} = \frac{\ell^2}{d^3} \frac{1}{G}$
HELICE CÔNICA DE SEÇÃO RETANGULAR	$P = \frac{2}{3} \frac{b \ell^3}{r} \tau$	$f = \mu \frac{\ell^2}{d^3} \frac{P}{G} = \mu \frac{1}{3} \frac{\ell^2}{d^3} \frac{P}{G}$	$T = \frac{P \ell}{2} \cdot \mu \frac{1}{27} \frac{b \ell^2}{b^3} \frac{\tau}{G}$	$\frac{f}{P} = \mu \frac{\ell^2}{d^3} \frac{1}{G} = \mu \frac{1}{3} \frac{\ell^2}{d^3} \frac{1}{G}$

(4) A seção perigosa é a da espiral da base  
Com uma diminuição progressiva da altura b, da base para o extrem. superior, obtém-se uma mola de igual resist.

## MÚLTIPLAS



### PARA UMA ÚNICA MOLA:

$$P = \frac{\pi d^3}{8} \frac{\sigma_f}{8} = \frac{\pi d^3}{64} \sigma_f \quad d = \sqrt[3]{\frac{8}{\pi \sigma_f} P D} = \sqrt[3]{\frac{8}{\pi \sigma_f} P D}$$

$$f = 8 n \frac{D^3}{d^4} \frac{P}{G} = \pi n \frac{D^3}{d^3} \frac{P}{G} \quad \frac{f}{P} = \pi n \frac{D^3}{d^3} \frac{1}{G}$$

$$T = \frac{P \ell}{2} \cdot \frac{V}{4} \frac{\tau}{G} = \frac{\pi n D^3}{16} \frac{P}{G} \quad \frac{T}{P} = \frac{\pi n D^3}{16} \frac{1}{G}$$

### PARA MOLAS MÚLTIPLAS

1- Todas deverão ter o mesmo  $\ell_0 = n_1 d_1 = n_2 d_2 = \dots$

2-  $\Delta = \frac{D_1}{d_1} = \frac{D_2}{d_2} = \dots = \text{const.}$

3- Pelas fórmulas anteriores obtém-se:

$$\frac{P_1}{d_1^3} = \frac{P_2}{d_2^3} = \dots = \frac{P_n}{d_n^3} = \frac{P}{d^3} \quad \text{ou também:}$$

$$\frac{P_1}{D_1^3} = \frac{P_2}{D_2^3} = \dots = \frac{P_n}{D_n^3} = \frac{P}{D^3} \quad \text{portanto:}$$

$$P_1 = \frac{P d_1^3}{d^3}; \quad P_2 = \frac{P d_2^3}{d^3}; \quad \dots \quad \text{ou}$$

$$P_1 = \frac{P D_1^3}{D^3}; \quad P_2 = \frac{P D_2^3}{D^3}; \quad \dots \quad \text{ou}$$

$$\frac{D_1}{d_1} = \frac{D_2}{d_2} = \sqrt{\frac{P_1}{P_2}}; \quad \frac{D_1}{d_1} = \frac{D_2}{d_2} = \sqrt{\frac{P_1}{P_2}} = \frac{D_2 \sqrt{P_1}}{d_2 \sqrt{P_2}} = \frac{d_2 \sqrt{P_1}}{d_1 \sqrt{P_2}}$$

4- A folga entre uma espira e outra deverá ser:

$$p(d_1 + d_2); \quad p(d_2 + d_3); \quad \dots \quad \text{em geral } p = 0,1 + 0,3 \dots$$

$$D_2 = D_1 - (1 + 2p)(d_1 + d_2); \quad D_3 = D_2 - (1 + 2p)(d_2 + d_3); \quad \dots$$

$$\frac{D_2}{d_1} = \frac{D_2}{d_1} = \frac{D_1 - (1 + 2p)}{d_1}; \quad \frac{D_3}{d_2} = \frac{D_3}{d_2} = \frac{D_2 - (1 + 2p)}{d_2}; \quad \dots$$

$$\text{Fazendo: } D_2 = \lambda D_1; \quad D_3 = \lambda D_2 = \lambda^2 D_1$$

$$\frac{D_1 - (1 + 2p)}{d_1} = \lambda; \quad \frac{D_2 - (1 + 2p)}{d_2} = \lambda$$

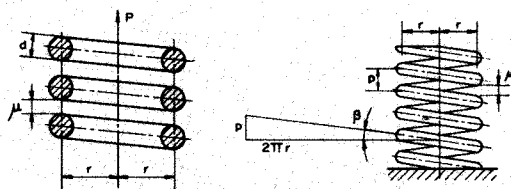
$$P_2 = \lambda^3 P_1; \quad P_3 = \lambda^6 P_1 = \lambda^3 P_2$$

5- Em geral  $\Delta = 4 + 20$ ; os vâzes:  $\Delta = 2,5 + 40$

Ficando  $\lambda = 0,5 + 0,9$ . Podemos concluir que: para molas duplas  $P_1 = (0,8 - 0,6) P$ ; e triplas  $P_1 = (3,4 - 2,4) P$ .

# MOLAS HELICOIDAIS

## MOLAS HELICOIDAIS



O comprimento do fio é dado:  $l = \frac{n 2 \pi r}{\cos \beta}$

Se a mola for de compressão é necessário que a flecha máxima em cada espira seja:

$f' \leq \mu = p - d$ , portanto, a flecha total da mola  $f \leq \mu n$ .

Nas molas de tração  $\beta$  deve ser o menor possível, o que se consegue deixando as espiras em contato quando em repouso.

Nas molas de compressão adota-se  $\beta = 6^\circ \div 10^\circ$ , logo:

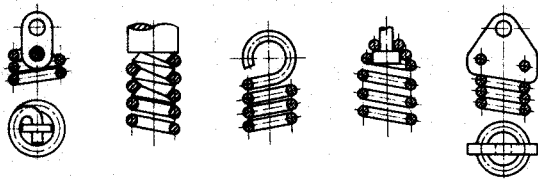
$$\tan \beta = \frac{p}{2 \pi r} = 0,105 \div 0,176 \quad p \leq (0,3 \div 0,5) 2r$$

Costuma-se fazer também  $\mu \leq (3 \div 4) d$  e  $\mu \geq 0,1d$

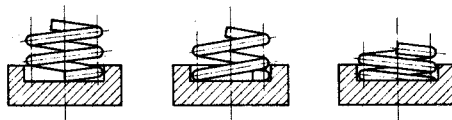
Em geral  $\mu = 0,1d + f'$

Deve-se levar em conta um acréscimo no comprimento do fio em cada extremidade para a amarração, conforme indicam as figuras abaixo.

Amarração para molas de tração:



Apoio para molas de compressão:



A tabela abaixo fornece as fórmulas da altura das molas à compressão em função do tipo de encosto.

tipo	fórmulas	h	H
1	$H = np + d = h + f$ $h = nd + d$ $p = \mu + d$		
2	$H = np + 3d = h + f$ $h = nd + 3d$ $p = \mu + d$		
3	$H = np = h + f$ $h = nd$ $p = \mu + d$		
4	$H = np + 2d = h + f$ $h = nd + 2d$ $p = \mu + d$		

Certos problemas sobre molas helicoidais cilíndricas podem também ser resolvidos por meio da tabela abaixo.

Esta tabela foi elaborada para molas que possuem as seguintes características:

$G = 8500 \text{ kg/mm}^2$      $E_s = 40 \text{ kg/mm}^2$      $n = 10 \text{ espiras}$

$P$  = carga máxima (kg)     $d$  = diâmetro do fio (mm)  
 $f$  = flecha das 10 espiras (mm)     $D$  = diâmetro da mola (mm)

### EXEMPLO:

Determinar pela tabela a carga máxima e a flecha correspondente de uma mola com as seguintes características:

$D = 40 \text{ mm}$      $d = 6 \text{ mm}$      $n = 5 \text{ espiras}$

flecha  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Para } n = 10, f = 39,4 \text{ mm. Para } n = 1, f = 3,94 \text{ mm, logo:} \\ \text{Para } n = 5, f = 5 \cdot 3,94 = 19,70 \text{ mm.} \end{array} \right.$

Carga máxima:  $P = 84,8 \text{ kg}$

d	D	5	6	8	10	13	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	90	100	110	120	130	140	150		
0,5	P	0,40	0,33	0,25	0,20	0,15	0,13	0,10	0,08	0,07	0,06																		
	f	7,40	10,6	18,8	29,6	49,8	75,5	118	184	266	361																		
0,75	P	1,33	1,11	0,83	0,66	0,51	0,41	0,33	0,27	0,22	0,19	0,17																	
	f	4,91	7,10	12,6	19,7	33,3	50,4	78,7	123	177	232	315																	
1,0	P	3,14	2,74	1,97	1,57	1,21	0,98	0,79	0,63	0,52	0,45	0,39	0,35																
	f	3,70	5,30	9,45	14,8	24,9	37,8	59,0	92,3	133	181	236	298																
1,5	P		8,84	6,63	5,30	4,08	3,32	2,63	2,12	1,77	1,52	1,33	1,18	1,06															
	f		3,55	6,31	9,86	16,7	25,2	39,4	61,6	88,9	121	158	199	246															
2,0	P		20,9	15,7	12,6	9,68	7,86	6,29	5,03	4,19	3,50	3,14	2,89	2,52	2,29														
	f		2,66	4,72	7,39	12,5	18,9	29,5	46,2	66,6	90,5	118	150	185	224														
2,5	P		40,9	30,7	24,5	18,9	15,3	12,3	9,83	8,18	7,02	6,14	5,46	4,91	4,47	4,10													
	f		2,13	3,78	5,92	10,0	15,1	23,6	36,9	53,3	72,4	94,5	120	148	179	213													
3,0	P			53,5	42,8	32,9	26,8	21,4	17,1	14,3	12,2	10,7	9,51	8,57	7,78	7,14	6,59	6,12											
	f			3,15	4,93	8,32	12,6	19,7	30,8	44,4	60,4	78,9	100	123	149	178	208	242											
3,5	P			84,2	67,4	51,8	42,1	33,7	27,0	22,5	19,3	16,9	15,0	13,5	12,3	11,2	10,4	9,64	8,99	8,42	7,50								
	f			2,72	4,23	7,13	10,8	16,9	26,4	38,1	51,7	67,7	85,5	106	128	152	179	207	238	270	342								
4,0	P				101	77,4	62,9	50,3	40,3	33,5	28,7	25,2	22,4	20,1	18,3	16,8	15,5	14,4	13,4	12,8	11,2	10,1							
	f				3,70	6,25	9,45	14,8	23,1	35,3	45,3	59,1	74,7	92,4	112	133	156	181	208	236	289	370							
4,5	P					143	110	89,5	71,6	57,2	47,7	40,9	35,8	31,8	28,6	26,0	23,9	22,0	20,5	19,1	17,9	15,8	14,3	13,0					
	f					3,28	5,55	8,40	13,1	20,3	29,6	40,2	52,9	66,5	82,0	99,2	118	139	161	184	210	266	328	398					
5	P						151	123	98,2	78,6	65,5	56,2	49,1	43,7	39,3	35,8	32,8	30,3	28,2	26,2	24,6	21,8	19,6	17,8	16,4				
	f						5,00	7,55	11,8	18,4	26,6	36,3	47,2	59,7	73,8	89,3	106	126	145	166	189	239	295	358	425				
6	P							212	170	136	113	97,0	84,8	75,6	68,0	61,8	56,7	52,3	48,6	45,4	42,5	37,8	34,0	30,9	28,3	26,2			
	f							5,32	9,86	15,4	22,2	30,2	39,4	50,0	61,4	74,5	88,8	104	121	139	158	200	246	298	354	416			
7	P								270	216	180	154	135	120	108	98,0	90,0	83,1	77,2	71,9	67,5	60,0	54,0	49,1	45,0	41,5	38,6	36,0	
	f								8,45	13,2	19,0	25,9	36,8	48,8	62,8	78,0	94,0	111	129	148	168	210	256	304	357	414	476		
8	P								402	322	268	230	202	179	161	146	134	124	115	107	100	89,4	80,5	73,0	67,0	61,9	57,4	53,6	
	f								7,40	11,6	16,7	22,7	29,6	37,5	46,3	56,0	66,6	78,2	90,7	104	118	135	155	185	224	266	313	363	416
9	P									382	327	287	255	229	208	191	176	164	153	143	127	115	104	95,4	88,0	81,8	76,3		
	f									14,8	20,2	26,4	33,2	41,2	49,7	59,2	69,5	80,5	92,5	105	133	155	199	237	278	322	370		
10	P										449	393	340	314	286	262	242	225	210	197	175	157	143	131	121	112	105		
	f										18,1	23,6	29,2	36,9	44,7	53,2	62,3	72,4	83,2	94,5	120	148	179	213	250	290	332		
11	P											523	465	419	381	349	322	299	279	262	233	209	190	174	161	150	140		
	f											21,5	27,2	33,6	40,7	48,3	56,8	65,8	75,6	86,0	109	135	163	194	227	264	302		
12	P												602	542	493	452	414	387	361	339	301	272	246	226	208	194	181		
	f												24,9	30,8	37,3	44,3	52,0	60,5	69,4	78,9	100	123	149	178	208	242	277		
13	P													692	628	576	531	494	461	438	384	346	314	288	266	247	230		
	f													28,4	34,4	40,8	48,0	55,7	64,0	72,7	92,0	114	138	164	192	223	256		
14	P														785	720	664	616	576	540	480	432	392	360	332	308	288		
	f														31,9	38,0	44,6	51,7	59,3	67,5	85,5	106	128	152	178	207	238		
15	P															884	816	758	707	663	590	530	482	442	408	379	354		
	f															35,4	41,7	48,3	55,4	63,0	79,8	98,5	119	142	167	193	222		

Certos problemas sobre molas helicoidais cilíndricas podem ser resolvidos por meio do gráfico ao lado.

### 1 - EXEMPLO

Determinar pelo diagrama a carga contínua máxima que pode ser aplicada a uma mola comprimida com  $D = 31,5\text{mm}$  e  $d = 4\text{mm}$ .

Como a carga é contínua e à compressão,  $\sigma_t = 63\text{kg/mm}^2$   
Logo:  $P = 50\text{kg}$  e  $f' = 6,3\text{mm}$  por espira.

### 2 - EXEMPLO

Determinar as dimensões de uma mola tracionada que atinja a flecha por espira de  $6,5\text{mm}$  quando submetida à carga brusca de  $4\text{kg}$ .

Como a carga é aplicada rapidamente,  $\sigma_t = 25\text{kg/mm}^2$   
Logo:  $D = 40\text{mm}$  e  $d = 2,5\text{mm}$ .

### 3 - EXEMPLO

Dimensionar uma mola comprimida de aço capaz de suportar  $50\text{kg}$  aplicada violentamente. O espaço disponível permite ter  $D = 45\text{mm}$  e  $H_i = 80\text{mm}$ . Admitir mola do tipo 3. (V. pág. anterior)

Pelo gráfico:  $d = 5,5\text{mm} = 7/32"$  e  $f' = 6\text{mm}$  por espira.

Pela tabela, a flecha do aperto inicial é  $f_i = 5\text{mm}$ .

Antes da montagem a mola deverá ter uma altura.

$$H = H_i + f_i = 80 + 5 = 85\text{mm}$$

Para a mola do tipo 3, vale:

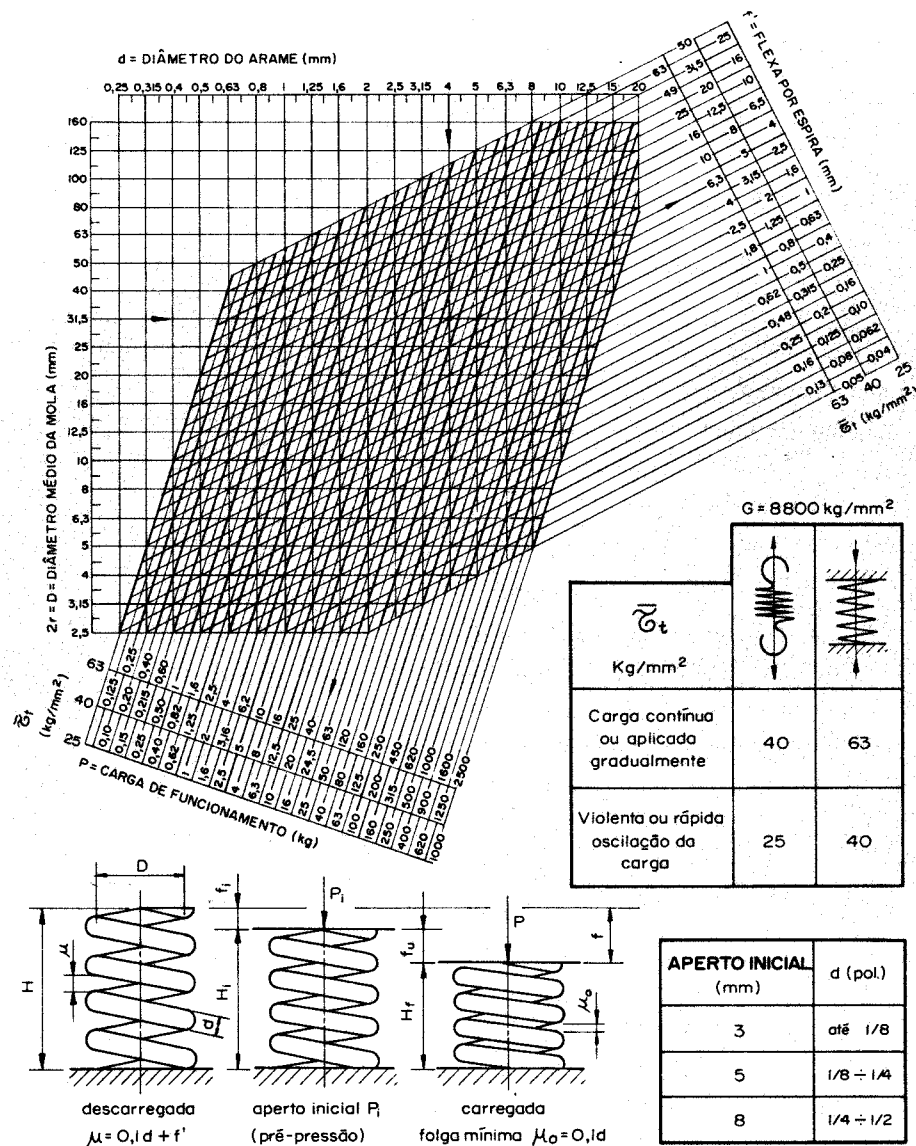
$$H = n(\mu + d) \quad \text{onde } \mu = 0,1d + f'$$

$$85 = n(0,1 \cdot 5,5 + 6 + 5,5)$$

$$n = \frac{85}{0,1 \cdot 5,5 + 6 + 5,5} = 7 \text{ espiras ativas}$$

$$\text{A flecha total será } f = n f' = 7 \cdot 6 = 42\text{mm}.$$

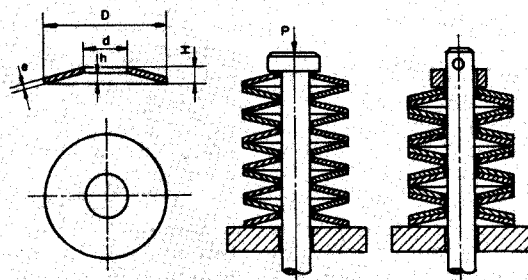
### GRÁFICO



# MOLAS PRATO E DE BORRACHA

## MOLAS PRATO

Estas molas são formadas por uma pilha de arruelas denominada BELLEVILLE ou SCHNORR, montadas com as concavidades convenientemente dispostas.



Para variar a rigidez, a flexibilidade e a capacidade de carga, basta variar o número de arruelas ou mudar sua disposição.

Quando montadas em série valem as seguintes relações:

$P_t = P$        $f_t = n f$

$P_t$  = carga total  
 $P$  = carga por arruela  
 $f$  = flecha por arruela  
 $f_t$  = flecha total  
 $n$  = nº de arruelas

Quando montadas em paralelo:

$P_t = n P$        $f_t = f$

$P_t$  = carga total  
 $P$  = carga por arruela  
 $f$  = flecha por arruela  
 $f_t$  = flecha total  
 $n$  = nº de arruelas

### 1º EXEMPLO

Determinar a carga admissível e a flecha correspondente de uma mola formada de 12 arruelas em série, dados:

$e = 1,5\text{mm}$     $d = 12,2\text{mm}$     $D = 25\text{mm}$

Pela tabela:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{carga total } P_t = P = 201\text{kg} \\ \text{flecha total } f_t = n f = 12 \cdot 0,28 = 3,36\text{mm} \end{array} \right.$

### 2º EXEMPLO

Montando as arruelas do problema anterior em paralelo qual será a capacidade e a flecha nestas condições?

Pela tabela:  $\left\{ \begin{array}{l} P_t = n P = 12 \cdot 201 = 2412\text{kg} \\ f_t = f = 0,28\text{mm} \end{array} \right.$

## 3º EXEMPLO

Dispõe-se de arruelas com as seguintes dimensões:

$e = 1,5\text{mm}$     $d = 20,4\text{mm}$     $D = 40\text{mm}$

Qual deve ser a disposição para se ter um conjunto para cada

$P_t = 800\text{ kg}$  e flecha  $f_t = 15\text{ mm}$ ?

Pela tabela:  $P = 200\text{kg}$  e  $f = 0,57\text{mm}$

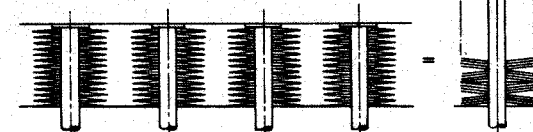
Cálculo do número de arruelas em paralelo:

$P_t = n P$     $\therefore 800 = n 200$     $\therefore n = \frac{800}{200} = 4$  arruelas

Cálculo do número de arruelas em série:

$f_t = n f$     $\therefore 15 = n 0,57$     $\therefore n = \frac{15}{0,57} \approx 26$  arruelas

O número total de arruelas será  $26 \cdot 4 = 104$  arruelas.

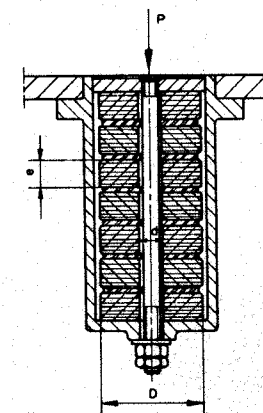


d	D	arruelas grossas				arruelas finas			
		e	H	f	P	e	H	f	P
4,20	8	0,4	0,6	0,10	14,5	0,3	0,55	0,13	8,9
5,20	10	0,5	0,75	0,13	24,5	0,4	0,7	0,15	15,5
6,20	12	0,7	1,0	0,15	45	0,5	0,85	0,18	22
7,20	14	0,8	1,1	0,15	55	0,5	0,9	0,20	21
8,20	16	0,9	1,25	0,18	73	0,6	1,05	0,23	31
9,20	18	1,0	1,4	0,20	90	0,7	1,2	0,25	43
10,2	20	1,2	1,55	0,23	107	0,8	1,35	0,28	57
11,2	22	1,2	1,75	0,25	137	0,8	1,45	0,32	54
12,2	25	1,5	2,1	0,28	201	0,9	1,6	0,35	65
14,2	28	1,5	2,1	0,33	200	1,0	1,8	0,40	85
16,2	32	1,75	2,45	0,35	276	1,2	2,15	0,45	145
18,3	36	2,0	2,8	0,40	365	1,2	2,25	0,50	130
20,4	40	2,25	3,15	0,45	450	1,5	2,65	0,57	200
22,4	45	2,5	3,5	0,50	540	1,75	3,0	0,65	274
25,4	50	3,0	4,1	0,55	860	2,0	3,4	0,70	360
28,5	56	3,0	4,3	0,65	990	2,0	3,6	0,80	340
31,0	63	3,5	4,9	0,70	1070	2,5	4,25	0,90	550
36,0	71	4,0	5,6	0,80	1450	2,5	4,50	1,0	510
41,0	80	5,0	6,7	0,90	2400	3,0	5,3	1,15	810
46,0	90	5,0	7,0	1,00	2200	3,5	6,0	1,25	1050
51,0	100	6,0	8,2	1,10	3350	3,5	6,3	1,40	1000

As dimensões são expressas em mm e as forças em kg.

## MOLAS DE BORRACHA

Estas molas são formadas de tarugos de borracha separados por discos metálicos.



Cálculo da carga:

$P = \sigma_c S$

$S = \pi \frac{D^2 - d^2}{4}$

Cálculo da flecha:

$f = \frac{n e}{10^8} \sqrt{\sigma_c}$

$n$  = nº de tarugos

$S$  = secção do tarugo

$\delta$  = peso específico

Dependendo da qualidade da borracha e do tipo de carregamento, tomam-se para os cálculos os seguintes valores:

$E = (18 - 100) \text{ kg/cm}^2$

Valores da tensão em  $\text{kg/cm}^2$

$G = (3 - 12) \text{ kg/cm}^2$

$G_r = 400 \text{ kg/cm}^2$

$\epsilon = (400 - 800) \%$

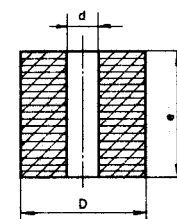
$\delta = (1 - 1,32)$

$e = (1/6 - 1/5) D$

solicitação	tração	compressão	torção
estática	10-20	30-50	10-20
dinâmica	5-10	10-15	3-5

Estas molas têm as mesmas aplicações das molas de plastiprene apresentadas na página seguinte.

As medidas normais são as seguintes:



dimensões em mm

D	40	50	70	100	140	160
d	10	13	16	20	-	-
e	40	50	50	50	70	80

# MOLAS DE PLASTIPRENE

## MOLAS DE PLASTIPRENE

Estas molas são apresentadas sob forma de tarugos de uretano sólido.

Estes tarugos podem ser torneados, furados e serrados para as medidas desejadas.

Quando montados em série valem as seguintes relações:

$P_t = P$  e  $f_t = n f$

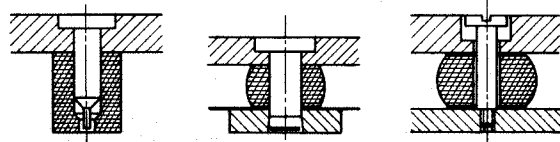
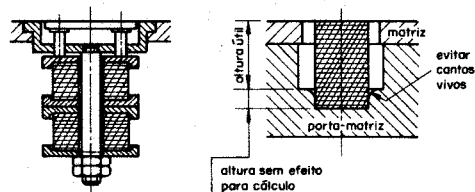
$P_t$  = carga total  
 $P$  = carga por tarugo  
 $f_t$  = flecha total  
 $f$  = flecha por tarugo  
 $n$  = número de tarugo

Quando montados em paralelo:

$P_t = n P$  e  $f_t = f$

Quando a compressão é máxima, o abaulamento é da ordem de 20% do diâmetro.

As figuras abaixo mostram a versatilidade das molas de plastiprene.



### 1º EXEMPLO:

Determinar qual a carga máxima e a flecha correspondente de uma mola constituída de 3 tarugos montados em série e que tem as seguintes medidas:

diâmetro  $D = 40$  mm altura  $e = 35$  mm

Da tabela tiram-se:  $\left\{ \begin{array}{l} \text{carga } 780 \text{ kg} \\ \text{flecha total } 3 \times 6 = 18 \text{ mm} \end{array} \right.$

### 2º EXEMPLO:

Escolher os 4 tarugos de uma mola de plastiprene montados em paralelo para resistir uma carga total de 4 400 kg, com flecha de 6 mm e pré-carregamento de 1 mm.

A flecha total é  $6 + 1 = 7$  mm.

Na coluna  $f = 7$  mm procura-se uma mola que resista cargas acima de  $4 400 / 4 = 1 100$  kg.

Fazendo isto, encontra-se a seguinte mola:

carga 1120 kg diâmetro 50 mm altura 45 mm 4 tarugos

D mm	e mm	Flecha (mm)									
		2	4	5	6	7	8	10	12	15	17
		Carga (kg)									
20	30	75	150	187							
	35	65	130	162	185						
	40	57	114	142	171						
25	30	115	230	287							
	35	110	220	275	330						
	40	90	180	225	270						
	45	80	160	200	240	280	320				
	50	70	140	175	210	245	180				
30	30	170	340	425							
	35	145	290	362	435						
	40	130	260	325	390						
	45	112	224	280	336	392	448				
	50	100	200	250	300	350	400				
40	30	315	630	785							
	35	260	520	650	780						
	40	230	460	575	690						
	45	200	400	500	600	700	800				
	50	182	364	455	546	637	728				
	70	125	250	312	375	437	500	625	750		
50	30	510	1 020	1 375							
	35	415	830	1 037	1 245						
	40	365	730	912	1 095						
	45	320	640	800	960	1 120	1 280				
	50	290	580	725	870	915	1 160				
	90	130	260	325	390	455	520	650	780	975	
75	30	1 574	3 148	3 935							
	35	1 215	2 430	3 037	3 645						
	40	950	1 900	2 375	2 850	3 325					
	45	770	1 540	1 925	2 310	2 695	3 080				
	50	670	1 340	1 675	2 010	2 345	2 680				
	100	352	704	880	1 056	1 232	1 408	1 760	2 112	2 640	2 992
80	30	1 860	3 720	4 650							
	35	1 450	2 900	3 625	4 350						
	40	1 165	2 330	2 910	3 495	4 080					
	45	900	1 800	2 250	2 700	3 150	3 600				
	50	760	1 520	1 900	2 280	2 660	3 040				
	100	355	710	885	1 065	1 240	1 420	1 775	2 130	2 662	3 017
100	30	4 100	8 200	10 250							
	35	3 100	6 200	7 750	9 300						
	40	2 375	4 750	5 935	7 125	8 310					
	45	1 810	3 620	4 525	5 430	6 335	7 240				
	50	1 640	3 280	4 100	4 920	5 740	6 560				
	100	645	1 290	1 612	1 935	2 257	2 580	3 225	3 870	4 837	5 482
	125	500	1 000	1 250	1 500	1 750	2 000	2 500	3 000	3 750	4 250

Nota: Para os tarugos furados, os valores das cargas diminuem e os das flechas aumentam.



5

# rebites e rebitagens

tipos de cabeças

caldeiraria

cálculo:

juntas:

à sobreposição

à dupla cobrejunta

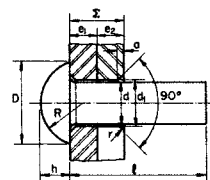
estruturas metálicas



# REBITES e REBITAGENS

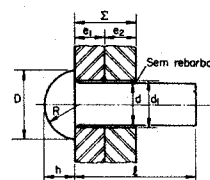
REBITINHOS de AVIONAL Vide pág. 5.08

## TIPOS DE CABEÇA



**TAB. 1** REDONDA E LARGA P/ CALDEIRARIA

d	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43
d <sub>1</sub>	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44
D	18	23	30	35	40	45	50	55	60	67	72	77
h	7	8	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
R	9,5	12	15,5	18	20,5	23	25,5	28	30	34,5	37	40
r = a	1	1,5	2	2	2	2,5	3	3	3,5	4	4	4
	1,34 Σ +15	1,26 Σ +19	1,24 Σ +28	1,27 Σ +32	1,23 Σ +35	1,2 Σ +39	1,16 Σ +43	1,15 Σ +45	1,14 Σ +49	1,13 Σ +56	1,12 Σ +59	1,12 Σ +62

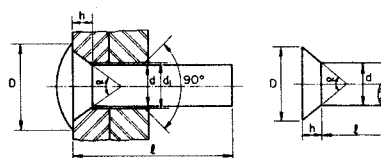


**TAB. 2** REDONDA ESTREITA P/ CONSTRUÇÕES METÁLICAS

d	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43
d <sub>1</sub>	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44
D	16	21	26	30	35	40	45	50	55	60	64	69
h	6,5	8,5	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
R	8	11	13,5	15,5	18	20,5	23	25	28	30,5	32,5	35,5
	1,34 Σ +13	1,26 Σ +15	1,24 Σ +17	1,27 Σ +19	1,23 Σ +23	1,2 Σ +26	1,16 Σ +30	1,15 Σ +34	1,14 Σ +37	1,13 Σ +40	1,12 Σ +43	1,12 Σ +47

**TAB. 3** REDONDA C/ d = 1 ± 0,9 mm

d	1	1,2	1,4	1,7	2	2,3	2,6	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7	8	9
d <sub>1</sub>	1,1	1,3	1,5	1,9	2,2	2,5	2,8	3,2	3,7	4,2	4,8	5,3	5,8	6,3	7,4	8,5	9,5
D	1,8	2,2	2,5	3	3,5	4,2	4,5	5,5	6,2	7	8	8,8	9,5	10,5	12	14	15,5
h	0,7	0,7	1	1,2	1,5	1,8	2	2,2	2,5	2,8	3	3,2	3,8	4	4,5	5,5	6
C	1	1,2	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,8	3,2	3,6	4,2	4,6	4,9	5,5	6,3	7,2	8



**TAB. 4** ENGASTADA C/ CALOTA ou RASA

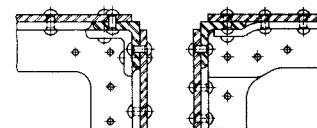
d	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43
d <sub>1</sub>	11	14	17	20	23	26	29	32	35	38	41	44
D	15,4	21	27	30	35	39,5	39,5	44	48	52,5	57	61
a°	75°	75°	75°	60°	60°	60°	45°	45°	45°	45°	45°	45°
h	3	4	7	9,5	11	12,5	14	15,6	17	18,5	20	21,5
b	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4	4,5	5	5,5	6	6,5
R	20,5	27,5	56,5	59	44,5	51	51	56	60	65,5	69,5	75

**TAB. 5** ENGASTADA C/ d = 2 ± 0,9 mm

d	2	2,3	2,6	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	7	8	9
d <sub>1</sub>	2,2	2,5	2,8	3,2	3,7	4,2	4,8	5,3	5,8	6,3	7,4	8,5	9,5
D	3,4	3,9	4,4	5	5,9	6,6	7,5	8,6	9,1	12	12	12	15
h	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,3	1,5	1,8	1,8	2	2,5	2,5	3

NB: Rebitagem simples tem 1 fileira de rebites.  
dupla 2 fileiras  
tripla 3 fileiras

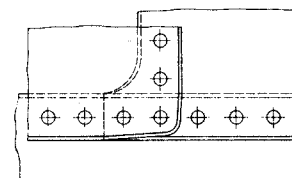
Cobrejuntas:  
- Simples - 1 cobrejunta  
- Dupla - 2 cobrejuntas



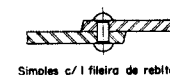
União de chapas c/ cantoneiras



3 chapas



3 chapas



Simple c/ 1 fileira de rebites



Dupla c/ 2 fileiras

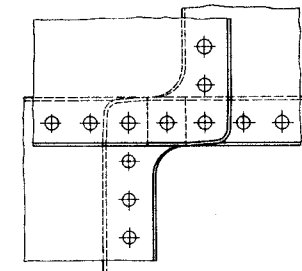


Tripla c/ 3 fileiras

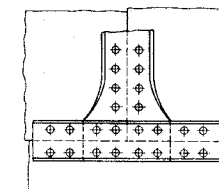
## SOBREPOSIÇÃO



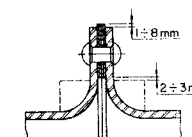
4 chapas



4 chapas



3 chapas



União de tubos flangeados c/ guarnição interposta

## SIMPLES COBREJUNTA



Simple



Dupla



Tripla

## DUPLA COBREJUNTA



Simple



Dupla



Tripla



União de 3 chapas, rebitagem:  
- dupla longitudinal e simples transversal.

Continua pág. seguinte

## CÁLCULO DOS REBITES

Continuação

### LÊGENDA:

- D = diâmetro interno do recipiente ou da cabeça do rebite  
d = " do rebite  
d<sub>1</sub> = " do furo do rebite  
e = espessura da chapa  
e<sub>1</sub> = " da placa sobreposta  
p = passo ou pressão  
n = geralmente é a quantidade de rebites contidos em 1 passo,  
à sobreposição é o total da rebiteagem  
à Dupla Cobrejunta é a contida em 1 metade simétrica da junta.  
σ<sub>e</sub> ou σ = tensão da chapa furada  
σ<sub>p</sub> = tensão da chapa sem furos (fora da rebiteagem)  
k<sub>a</sub> = tensão de adesão das chapas  
S<sub>e</sub> = seção eficaz do rebite (submetido ao cisalhamento)  
ψ = grau de eficiência (relação entre a resistência da chapa furada e correspondente à ruptura)  
ψ = relação entre as somas das S<sub>e</sub> contidas em 1 passo e a seção da chapa sem furo correspondente.  
Σ = soma das espessuras das chapas  
a = distância entre as arestas das chapas ou sobreposta e a 1ª fileira contígua da rebiteagem  
c e c<sub>1</sub> = distância entre as fileiras internas dos rebites - Dependem do tipo de rebiteagem (Cf. Tabelas)

O c das Tabelas serve para calcular o passo da rebiteagem  $p = c(e+1)$

### GRÁU DE EFICIÊNCIA

$$\text{rebiteagem simples } \psi = \frac{p - d_1}{p} = \frac{b}{b + d_1}$$

$$\text{" dupla } \psi = \frac{p_1 - d_1}{p} = \frac{b}{3b + d_1}$$

rebiteagem tripla incompleta

$$\psi = \frac{p - 2d_1}{p} + \frac{\pi d^2}{4ep} \cdot \frac{r}{\sigma_e}$$

" tripla completa

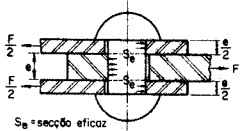
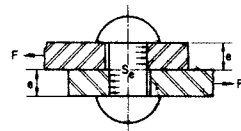
$$\psi = \frac{p - d_1}{p_1} = \frac{3b}{3b + d_1}$$

Para rebiteagens MÚLTIPLAS o PROCESSO é o mesmo.

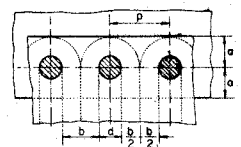
### MÉTODO ANTIGO

Suposições de ruptura:

1º p/cisalhamento dos rebites em S<sub>e</sub>

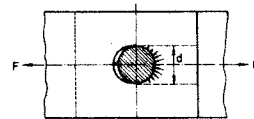


2º p/tracção da chapa enfraquecida pelos furos



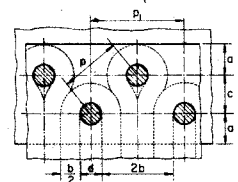
seção resistente: (p - d) e

3º p/cisalhamento da margem da chapa



seção resistente: 2 a e

O cálculo não considera o atrito entre as chapas.



a tira de chapa  $\frac{b}{2}$  ao redor é tracionada e o rebite é cisalhado.

p/o equilíbrio:

$$r \frac{\pi d^2}{4} = \sigma_e 2 \frac{b}{2} e = \sigma_e b e \therefore b = \frac{r}{\sigma_e} \cdot \frac{\pi d^2}{4e}$$

$$p = b + d \quad t_1 = 2b + d$$

$$e = \sqrt{p^2 - \left(\frac{p_1}{2}\right)^2} = \frac{1}{2} d + \frac{5}{8} \frac{\pi d^2}{4e} = \alpha = \frac{1}{2} d + \frac{5}{8} \frac{\pi d^2}{4e}$$

### MÉTODO MODERNO (de aderência ou atrito)

O cálculo se baseia no atrito que impede que as chapas escorreguem entre si.

O rebite é submetido somente à tração com a tensão k<sub>a</sub> em kg/cm<sup>2</sup> da seção resistente.

P/REBITEAGEM À SOBREPOSIÇÃO

$$\sigma_p \leq \frac{n k_a \pi d^2}{4 e p}$$

$$\psi = \frac{n d^2}{4 e p} = \frac{\sigma_p}{k_a} \therefore \sigma_p = \psi k_a \therefore k_a = \frac{\sigma_p}{\psi}$$

P/REBITEAGEM À DUPLA COBREJUNTA

$$\sigma_p \leq \frac{n k_a \pi d^2}{4 e p}$$

$$\psi = \frac{2 n \pi d^2}{4 e p} = \frac{2 \sigma_p}{k_a} \therefore \sigma_p = \frac{\psi k_a}{2} \text{ ou } k_a = \frac{2 \sigma_p}{\psi}$$

### COMPARAÇÃO DOS 2 MÉTODOS

$$\text{à Sobreposição } \sigma_p = \psi \sigma = \psi k_a \therefore k_a = \frac{\sigma_p}{\psi} = \frac{f \sigma}{\psi}$$

$$\text{à Dupla Cobrejunta } \sigma_p = \psi \sigma = \frac{1}{2} \psi k_a \therefore k_a = \frac{2 \sigma_p}{\psi} = \frac{2 \psi \sigma}{\psi}$$

Pelas fórmulas o k<sub>a</sub> da rebiteagem à Dupla Cobrejunta é o dobro da Sobreposição porém na prática é 85 + 90% maior.

TAB. 8 VALORES DE k<sub>a</sub> [ kg/cm<sup>2</sup> ]

Rebiteagem	Simple	Dupla	Tripla	Quadrupla
A Sobreposição .....	600 + 750	600 + 700	550 + 650	—
A Dupla Cobrejunta c/ chapas iguais	1100 + 1300	1050 + 1250	1000 + 1200	—
c/ chapas desiguais	—	1250 + 1350	1100 + 1300	1100 + 1300

### PASSO DA REBITEAGEM

O passo é medido na fileira externa também p/ a incompleta.

$$p = c(e+1) \quad \text{o c depende do tipo de rebiteagem cf. as TABELAS das pág. seguintes.}$$

### CÁLCULO DO DIÂMETRO DOS REBITES em cm

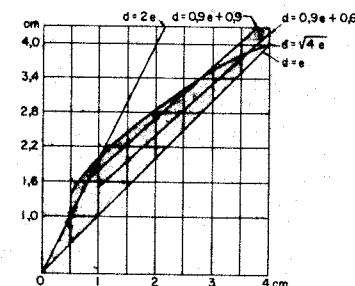
é feito com fórmulas práticas:

$$\text{a Inglês } d = \sqrt{4e}$$

$$\text{Bach } d = \sqrt{5} - c \quad (c = 0,4 + 0,8) \text{ cm}$$

$$\text{Italiano } d = (1 + 2) e$$

$$\text{Malavasi } d = 0,9 e + c \quad c = \begin{cases} 0,9 \text{ p/rebite à sobreposição} \\ 0,6 \text{ " " à Cobrejunta} \end{cases}$$



O diâmetro obtido por estas fórmulas deverá ser arredondado escolhendo o diâmetro normal.

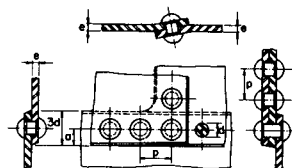
Continua pág. seguinte

# à SOBREPOSIÇÃO

Continuação

TAB. 7 SIMPLES

e	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
$d = \sim 0,9e + 0,9$	1,6	1,6	1,6	1,9	1,9	1,9	2,2
$p = 2,25 (e + 1)$	3,8	4,0	4,3	4,5	4,8	5,0	5,2
$a = 1,5d$	2,4	2,4	2,4	2,8	2,8	2,8	3,3
$\psi = \frac{1}{2} \pi d^2 : ep$	0,767	0,828	0,520	0,630	0,537	0,473	0,562
$k_a = \begin{cases} 650 \\ 700 \\ 750 \end{cases} \sigma_p =$	408	408	338	410	349	309	365
$k_a = \begin{cases} 650 \\ 700 \\ 750 \end{cases} \psi k_a =$	530	439	364	442	379	332	393
$k_a = \begin{cases} 650 \\ 700 \\ 750 \end{cases} 2e \sigma_p =$	688	653	608	820	768	740	948
$k_a = \begin{cases} 650 \\ 700 \\ 750 \end{cases} p D =$	742	702	653	884	827	797	1022
$\psi = (p - d_1) : p$	0,578	0,575	0,604	0,556	0,583	0,600	0,557
e	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
$d = \sim 0,9e + 0,9$	2,2	2,2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,8
$p = 2,25 (e + 1)$	5,4	5,6	5,9	6,1	6,3	6,5	6,8
$a = 1,5d$	3,3	3,3	3,8	3,8	3,8	3,8	4,2
$\psi = \frac{1}{2} \pi d^2 : ep$	0,503	0,453	0,520	0,473	0,433	0,398	0,453
$k_a = \begin{cases} 650 \\ 700 \\ 750 \end{cases} \sigma_p =$	327	295	338	307	282	259	295
$k_a = \begin{cases} 650 \\ 700 \\ 750 \end{cases} \psi k_a =$	352	317	364	331	304	278	318
$k_a = \begin{cases} 650 \\ 700 \\ 750 \end{cases} 2e \sigma_p =$	916	885	1082	1045	1015	985	1180
$k_a = \begin{cases} 650 \\ 700 \\ 750 \end{cases} p D =$	986	950	1165	1126	1095	1067	1272
$\psi = (p - d_1) : p$	0,574	0,589	0,560	0,574	0,587	0,600	0,574



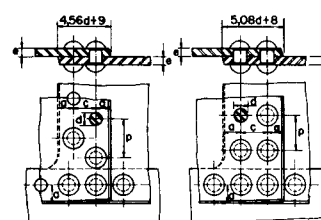
$$d = \sim 0,9e + 0,9$$

$$p = 2,25 (e + 1)$$

$$a = 1,5d$$

$$\sigma_p = k_a \frac{\pi d^2}{4ep}$$

$$\psi = \frac{\sigma_p}{k_a} = \frac{\pi d^2}{4ep}$$



$$d = \sim 0,9e + 0,9$$

$$p = 3 (e + 1)$$

$$\sigma_p = 2k_a \frac{\pi d^2}{4ep}$$

$$c = 0,6p$$

$$a = 1,5d$$

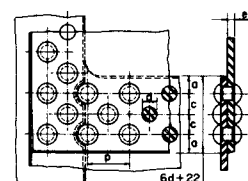
$$\psi = \frac{\sigma_p}{k_a} = 2 \frac{\pi d^2}{4ep}$$

TAB. 8 DUPLA

e	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
$d = \sim 0,9e + 0,9$	1,6	1,6	1,6	1,9	1,9	1,9	2,2	2,2	2,2
$p = 3 (e + 1)$	5,1	5,4	5,7	6,0	6,3	6,6	6,9	7,2	7,5
$c = 0,6t$	3,1	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,1	4,3	4,5
$a = 1,5d$	2,4	2,4	2,4	2,9	2,9	2,9	3,3	3,3	3,3
$\psi = 2 \frac{1}{2} \pi d^2 : ep$	1,13	0,931	0,784	0,946	0,818	0,716	0,849	0,754	0,677
$k_a = \begin{cases} 600 \\ 650 \\ 700 \end{cases} \sigma_p =$	678	568	470	567	491	430	509	453	406
$k_a = \begin{cases} 600 \\ 650 \\ 700 \end{cases} \psi k_a =$	734	605	510	614	532	466	552	490	440
$k_a = \begin{cases} 600 \\ 650 \\ 700 \end{cases} 2e \sigma_p =$	949	893	846	1134	1080	1032	1325	1270	1218
$k_a = \begin{cases} 600 \\ 650 \\ 700 \end{cases} p D =$	1028	968	918	1228	1170	1120	1436	1375	1320
$\psi = (p - d_1) : p$	0,667	0,686	0,702	0,667	0,683	0,697	0,667	0,681	0,694
e	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
$d = \sim 0,9e + 0,9$	2,5	2,5	2,5	2,8	2,8	2,8	2,8	3,1	3,4
$p = 3 (e + 1)$	7,8	8,1	8,4	8,7	9,0	9,3	9,6	9,9	10,1
$c = 0,6t$	4,7	4,9	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	5,9	6,1
$a = 1,5d$	3,8	3,8	3,8	4,2	4,2	4,2	4,2	4,7	4,7
$\psi = 2 \frac{1}{2} \pi d^2 : ep$	0,786	0,713	0,649	0,745	0,684	0,631	0,583	0,564	0,517
$k_a = \begin{cases} 600 \\ 650 \\ 700 \end{cases} \sigma_p =$	472	428	389	447	410	379	350	308	270
$k_a = \begin{cases} 600 \\ 650 \\ 700 \end{cases} \psi k_a =$	511	463	422	484	445	410	379	332	291
$k_a = \begin{cases} 600 \\ 650 \\ 700 \end{cases} 2e \sigma_p =$	1510	1456	1400	1700	1640	1595	1542	1480	1380
$k_a = \begin{cases} 600 \\ 650 \\ 700 \end{cases} p D =$	1635	1575	1520	1840	1780	1725	1670	1585	1485
$\psi = (p - d_1) : p$	0,667	0,679	0,690	0,655	0,678	0,689	0,689	0,677	0,687

TAB. 9 TRIPLA

e	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
$d = \sim 0,9e + 0,9$	1,9	1,9	2,2	2,2	2,2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,8
$p = 3,6 (e + 1)$	7,8	7,9	8,3	8,6	9,0	9,4	9,7	10,0	10,7	10,8
$c = 0,5p$	3,8	4,0	4,2	4,3	4,5	4,7	4,9	5,0	5,2	5,4
$a = 1,5d$	2,8	2,8	3,3	3,3	3,3	3,8	3,8	3,8	3,8	4,2
$\psi = 3 \frac{1}{2} \pi d^2 : ep$	1,017	0,897	1,060	0,948	0,846	0,978	0,892	0,818	0,744	0,655
$k_a = \begin{cases} 550 \\ 600 \\ 650 \end{cases} \sigma_p =$	569	493	563	522	485	538	490	450	409	470
$k_a = \begin{cases} 550 \\ 600 \\ 650 \end{cases} \psi k_a =$	610	538	636	569	508	588	535	491	448	513
$k_a = \begin{cases} 550 \\ 600 \\ 650 \end{cases} 2e \sigma_p =$	1230	1185	1516	1463	1395	1722	1667	1620	1555	1880
$k_a = \begin{cases} 550 \\ 600 \\ 650 \end{cases} p D =$	1342	1293	1654	1595	1524	1882	1829	1770	1695	2052
$\psi = (p - d_1) : p$	0,737	0,747	0,723	0,733	0,745	0,724	0,732	0,740	0,750	0,731
e	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0
$d = \sim 0,9e + 0,9$	2,8	2,8	3,1	3,1	3,1	3,4	3,4	3,4	3,4	3,7
$p = 3,6 (e + 1)$	11,2	11,5	11,9	12,2	12,6	13,0	13,3	13,7	14,0	14,4
$c = 0,5p$	5,6	5,8	6,0	6,1	6,3	6,5	6,6	6,9	7,0	7,2
$a = 1,5d$	4,2	4,2	4,7	4,7	4,7	5,1	5,1	5,1	5,1	5,6
$\psi = 3 \frac{1}{2} \pi d^2 : ep$	0,785	0,730	0,827	0,773	0,719	0,871	0,758	0,710	0,672	0,746
$k_a = \begin{cases} 550 \\ 600 \\ 650 \end{cases} \sigma_p =$	432	401	455	425	396	469	417	390	370	410
$k_a = \begin{cases} 550 \\ 600 \\ 650 \end{cases} \psi k_a =$	471	438	496	464	432	505	456	426	404	448
$k_a = \begin{cases} 550 \\ 600 \\ 650 \end{cases} 2e \sigma_p =$	1815	1766	2083	2040	1980	2452	2387	2345	2288	2688
$k_a = \begin{cases} 550 \\ 600 \\ 650 \end{cases} p D =$	1980	1927	2282	2230	2180	2655	2580	2535	2480	2910
$\psi = (p - d_1) : p$	0,741	0,748	0,731	0,738	0,737	0,754	0,737	0,745	0,750	0,736



$$d = \sim 0,9e + 0,9$$

$$p = 3,6 (e + 1)$$

$$c = 0,5p$$

$$a = 1,5d$$

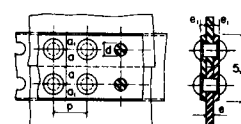
$$\sigma_p = 3 \cdot k_a \frac{\pi d^2}{4ep}$$

$$\psi = \frac{\sigma_p}{k_a} = 3 \frac{\pi d^2}{4ep}$$

## à DUPLA COBREJUNTA

TAB. 10 DUPLA

e	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
$d = 0,9e + 0,8$	1,3	1,6	1,6	1,6	1,9	1,9	1,9	2,2
$p = 2,7 (e + 1)$	4,6	4,9	5,1	5,4	5,7	6,0	6,2	6,5
$a = 1,5d$	2,0	2,4	2,4	2,4	2,9	2,9	2,9	3,3
$\psi = 2 \frac{1}{2} \pi d^2 : ep$	0,825	1,026	0,877	0,745	0,904	0,787	0,703	0,637
$k_a = \begin{cases} 1100 \\ 1200 \\ 1300 \end{cases} \sigma_p =$	425	564	482	410	497	433	387	460
$k_a = \begin{cases} 1100 \\ 1200 \\ 1300 \end{cases} \psi k_a =$	496	616	526	447	542	472	422	502
$k_a = \begin{cases} 1100 \\ 1200 \\ 1300 \end{cases} 2e \sigma_p =$	636	902	868	820	1095	1040	1010	1290
$k_a = \begin{cases} 1100 \\ 1200 \\ 1300 \end{cases} p D =$	693	986	947	894	1193	1134	1100	1410
$\psi = (p - d_1) : p$	0,696	0,654	0,667	0,686	0,650	0,667	0,678	0,647
e	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
$d = 0,9e + 0,8$	2,2	2,2	2,5	2,5	2,5	2,8	2,8	2,8
$p = 2,7 (e + 1)$	6,8	7,0	7,3	7,6	7,8	8,1	8,4	8,7
$a = 1,5d$	3,3	3,3	3,8	3,8	3,8	4,2	4,2	4,2
$\psi = 2 \frac{1}{2} \pi d^2 : ep$	0,746	0,680	0,791	0,717	0,662	0,606	0,598	0,643
$k_a = \begin{cases} 1100 \\ 1200 \\ 1300 \end{cases} \sigma_p =$	410	374	436	394	364	333	384	354
$k_a = \begin{cases} 1100 \\ 1200 \\ 1300 \end{cases} \psi k_a =$	447	408	474	430	397	363	419	386
$k_a = \begin{cases} 1100 \\ 1200 \\ 1300 \end{cases} 2e \sigma_p =$	1197	1140	1420	1285	1142	1015	915	1060
$k_a = \begin{cases} 1100 \\ 1200 \\ 1300 \end{cases} p D =$	1341	1306	1612	1450	1306	1142	1015	1160
$\psi = (p - d_1) : p$	0,662	0,672	0,644	0,658	0,667	0,679	0,655	0,667



$$e_1 = \frac{5}{8} e = \frac{2}{3} e$$

$$d = \sim 0,9e + 0,8$$

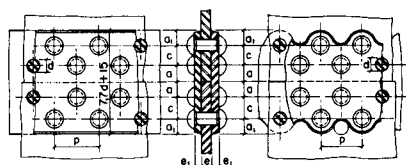
$$p = 2,7 (e + 1)$$

$$a = 1,5d$$

$$\sigma_p = k_a \frac{\pi d^2}{4ep}$$

$$\psi = \frac{\sigma_p}{k_a} = 2 \frac{\pi d^2}{4ep}$$

Continua pág. seguinte



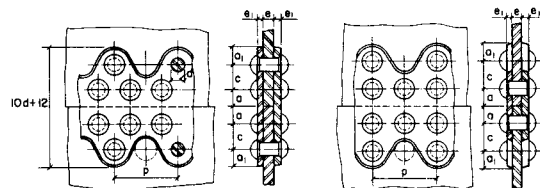
$$e_1 = \frac{5}{8} e + \frac{2}{3} c \quad d = 0,9 e + 0,7 \quad p = 3,5 (e + 1)$$

$$c = 0,5 p \quad a = 1,5 d \quad c_1 = 0,9 a$$

$$\sigma_p = 2 k_3 \frac{\pi d^2}{4 e p} \quad \psi = \frac{2 \sigma_p}{e p} = 4 \frac{\pi d^2}{e p} \quad \psi = \frac{4 \pi d^2}{e p}$$

TAB. 11 DUPLA CONF. DESENHO

e	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
d = ~ 0,9 e + 0,7	1,6	1,6	1,6	1,9	1,9	1,9	2,2	2,2	2,2	2,2
p = 3,5 (e + 1)	6,7	7,0	7,4	7,7	8,0	8,4	8,8	9,1	9,5	9,8
c = 0,5 p	3,4	3,5	3,7	3,8	4,0	4,2	4,4	4,5	4,7	4,9
a = 1,5 d	2,4	2,4	2,9	2,9	2,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
a_1 = 0,9 a	2,2	2,2	2,2	2,6	2,6	2,6	3,0	3,0	3,0	3,0
$\psi = 4 \frac{\pi d^2}{e p} : \sigma_p$	1,333	1,166	0,988	1,226	1,090	0,987	1,151	1,056	0,972	0,899
$k_3 = \begin{cases} 1060 \\ 1150 \\ 1250 \end{cases} \sigma_p = \begin{cases} 892 \\ 758 \\ 624 \end{cases}$	892	812	619	644	572	518	604	554	510	472
$k_3 = \begin{cases} 1060 \\ 1150 \\ 1250 \end{cases} \frac{1}{2} \psi k_3 = \begin{cases} 824 \\ 728 \\ 618 \end{cases}$	824	728	618	766	682	616	720	680	606	562
$k_3 = \begin{cases} 1060 \\ 1150 \\ 1250 \end{cases} \sigma_p = \begin{cases} 1246 \\ 1365 \\ 1384 \end{cases}$	1246	1224	1144	1545	1486	1450	1824	1772	1735	1700
$k_3 = \begin{cases} 1060 \\ 1150 \\ 1250 \end{cases} p D = \begin{cases} 1365 \\ 1384 \\ 1456 \end{cases}$	1365	1340	1250	1680	1630	1590	1986	1945	1900	1860
$\psi = (p - d_1) : p$	0,746	0,757	0,770	0,740	0,750	0,762	0,739	0,747	0,758	0,766



$$e_1 = 0,8 e \quad d = 0,9 e + 0,7 \quad p = 3,5 (e + 1)$$

$$c = 0,4 p \quad c_1 = 0,45 p \quad a = a_1 = 1,5 d$$

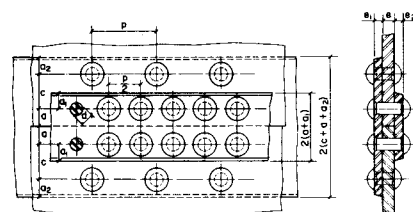
$$\sigma_p = 3 k_3 \frac{\pi d^2}{4 e p} \quad \psi = \frac{2 \sigma_p}{k_3} = 6 \frac{\pi d^2}{4 e p} = \frac{6 \pi d^2}{4 e p}$$

TAB. 12 DUPLA CONF. DESENHO

e	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
d = ~ 0,9 e + 0,7	1,6	1,9	1,9	1,9	2,2	2,2	2,2	2,2	2,5	2,5
p = 4,7 (e + 1)	9,9	10,4	10,8	11,3	11,8	12,2	12,7	13,2	13,6	14,1
c = 0,4 p	4,0	4,2	4,3	4,5	4,7	4,9	5,1	5,1	5,5	5,7
a = a_1 = 1,5 d	2,4	2,9	2,9	2,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,8	3,8
$\psi = 6 \frac{\pi d^2}{e p} : \sigma_p$	1,108	1,371	1,219	2,080	1,288	1,168	1,056	0,960	1,140	1,045
$k_3 = \begin{cases} 1060 \\ 1150 \\ 1250 \end{cases} \sigma_p = \begin{cases} 582 \\ 637 \\ 692 \end{cases}$	582	720	640	567	676	613	555	504	598	550
$k_3 = \begin{cases} 1060 \\ 1150 \\ 1250 \end{cases} \frac{1}{2} \psi k_3 = \begin{cases} 637 \\ 788 \\ 856 \end{cases}$	637	788	702	621	740	672	608	552	656	600
$k_3 = \begin{cases} 1060 \\ 1150 \\ 1250 \end{cases} 2 \sigma_p = \begin{cases} 1164 \\ 1274 \\ 1384 \end{cases}$	1164	1440	1280	1134	1352	1226	1110	1008	1196	1100
$k_3 = \begin{cases} 1060 \\ 1150 \\ 1250 \end{cases} p D = \begin{cases} 1164 \\ 1274 \\ 1384 \end{cases}$	1164	1440	1280	1134	1352	1226	1110	1008	1196	1100
$\psi = (p - d_1) : p$	0,829	0,808	0,815	0,823	0,805	0,812	0,819	0,825	0,809	0,816

TAB. 13 DUPLA

e	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
d = ~ 0,9 e + 0,6	1,6	1,6	1,9	1,9	1,9	1,9	2,2	2,2	2,2	2,5
p = 4,2 (e + 1)	8,8	9,3	9,7	10,1	10,5	10,9	11,3	11,8	12,2	12,6
c = 0,55 p	4,8	5,1	5,3	5,6	5,8	6,0	6,2	6,5	6,7	6,9
a = a_1 = 1,5 d	2,4	2,4	2,9	2,9	2,9	2,9	3,3	3,3	3,3	3,8
$\psi = 5 \frac{\pi d^2}{e p} : \sigma_p$	1,038	0,900	1,120	1,000	0,900	0,813	0,988	0,895	0,821	0,974
$k_3 = \begin{cases} 1100 \\ 1200 \\ 1300 \end{cases} \sigma_p = \begin{cases} 570 \\ 623 \\ 675 \end{cases}$	570	495	616	550	495	447	544	492	452	536
$k_3 = \begin{cases} 1100 \\ 1200 \\ 1300 \end{cases} \frac{1}{2} \psi k_3 = \begin{cases} 623 \\ 586 \\ 675 \end{cases}$	623	540	672	600	540	488	594	537	493	584
$k_3 = \begin{cases} 1100 \\ 1200 \\ 1300 \end{cases} 2 \sigma_p = \begin{cases} 1140 \\ 1246 \\ 1350 \end{cases}$	1140	990	1232	1100	990	894	1088	984	986	1168
$k_3 = \begin{cases} 1100 \\ 1200 \\ 1300 \end{cases} p D = \begin{cases} 1140 \\ 1246 \\ 1350 \end{cases}$	1140	990	1232	1100	990	894	1088	984	986	1168
$\psi = e (p - 2 d_1) : e p$	0,793	0,798	0,794	0,785	0,782	0,776	0,762	0,762	0,779	0,754



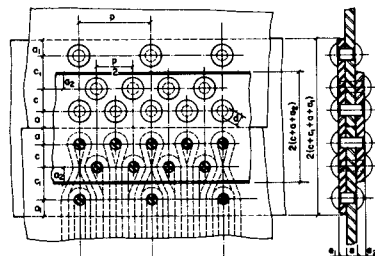
$$d = ~ 0,9 e + 0,6 \text{ cm} \quad p = 4,2 (e + 1)$$

$$c = 0,55 p \quad a = 1,5 d \quad a_1 = a_2 = 0,9 e$$

$$\sigma_p = \frac{5}{2} k_3 \frac{\pi d^2}{4 e p} \quad \psi = \frac{2 \sigma_p}{k_3} = \frac{5 \pi d^2}{4 e p}$$

$$\psi = \frac{2 (p - 2 d_1) + 5 \frac{\pi d^2}{4 e p}}{e p}$$

Continuação



$$d = 0,9e + 0,6 \text{ cm}$$

$$c = 0,33p \quad c_1 = 0,45p$$

$$e_p = \frac{9}{2} k_2 \frac{\pi d^2}{4ep}$$

$$\psi = \frac{e(p - 2d_1) : \pi d^2}{4ep}$$

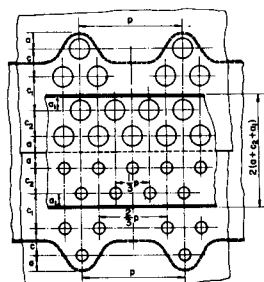
$$p = 5,5(e + 1)$$

$$e = 1,5d \quad e_1 = e_2 = 0,9e$$

$$\psi = \frac{2e_p}{k_2} = \frac{9}{4} \frac{\pi d^2}{ep}$$

TAB. 14 TRIPLA

e	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
d = ~ 0,9e + 0,6	1,9	1,9	2,2	2,2	2,2	2,5	2,5	2,5	2,8	2,8	2,8
p = 5,5 (e + 1)	13,8	14,3	14,8	15,4	16,0	36,6	17,0	17,6	18,2	18,7	19,2
c = 0,33p	4,6	4,7	4,9	5,1	5,3	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4
c <sub>1</sub> = 0,45p	6,2	6,4	6,6	6,9	7,2	7,4	7,6	7,9	8,2	8,4	8,6
e = e <sub>1</sub> = 1,5d	2,9	2,9	3,3	3,3	3,3	3,8	3,8	3,8	4,2	4,2	4,2
e <sub>1</sub> = 0,9e	2,6	2,6	3,0	3,0	3,0	3,4	3,4	3,4	3,8	3,8	3,8
ψ = 9k <sub>2</sub> π d <sup>2</sup> : ep	1,256	1,115	1,359	1,234	1,125	1,337	1,235	1,240	1,323	1,232	1,159
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} \sigma_p =$	690	613	746	679	619	736	680	627	728	679	632
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} \psi k_2 =$	752	660	815	742	675	803	742	684	794	742	690
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} 2e\sigma_p =$	2070	1963	2540	2450	2350	2944	2860	2760	3350	3250	3160
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} pD =$	2256	2140	2775	2675	2570	3212	3140	3030	3655	3560	3480
ψ = e(p - 2d <sub>1</sub> ) : ep + 0,85k <sub>2</sub> π d <sup>2</sup> : ep	0,834	0,837	0,820	0,818	0,819	0,812	0,811	0,813	0,807	0,807	0,807
e	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6
d = ~ 0,9e + 0,6	2,8	3,1	3,1	3,1	3,4	3,4	3,4	3,7	3,7	3,7	4,0
p = 5,5 (e + 1)	19,8	20,4	20,9	21,5	22,0	22,6	23,1	23,7	24,2	24,8	25,3
c = 0,33p	6,5	6,7	6,9	7,1	7,3	7,5	7,6	7,8	8,0	8,2	8,3
c <sub>1</sub> = 0,45p	8,9	9,2	9,4	9,7	9,9	10,2	10,4	10,6	11,2	11,2	11,4
e = e <sub>1</sub> = 1,5d	4,2	4,7	4,7	4,7	5,1	5,1	5,1	5,6	5,6	5,6	6,0
e <sub>1</sub> = 0,9e	3,8	4,2	4,2	4,2	4,6	4,6	4,6	5,0	5,0	5,0	5,0
ψ = 9k <sub>2</sub> π d <sup>2</sup> : ep	1,076	1,233	1,161	1,089	1,237	1,167	1,105	1,137	1,175	1,116	1,240
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} \sigma_p =$	592	678	636	598	690	642	598	680	647	614	682
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} \psi k_2 =$	649	740	697	653	742	700	663	742	705	670	744
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} 2e\sigma_p =$	3080	3095	3590	3475	4090	3890	3690	4500	4400	4300	4900
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} pD =$	3390	4000	3906	3785	4452	4340	4240	4900	4800	4690	5350
ψ = e(p - 2d <sub>1</sub> ) : ep + 0,85k <sub>2</sub> π d <sup>2</sup> : ep	0,806	0,803	0,803	0,805	0,800	0,800	0,802	0,796	0,797	0,798	0,795



$$d = ~ 0,9e + 0,6 \quad t = 8(e + 1)$$

$$c_1 = 0,3p \quad c_2 = 0,225p$$

$$e_p = \frac{15}{2} k_2 \frac{\pi d^2}{4ep}$$

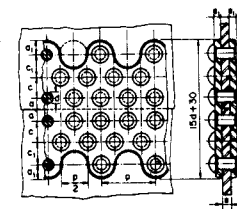
$$c = 0,25p$$

$$e = e_1 = 1,5d$$

$$\psi = \frac{2e_p}{k_2} = \frac{15}{4} \frac{\pi d^2}{ep}$$

TAB. 15 QUADRUPLA

e	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
d = ~ 0,9e + 0,6	1,9	1,9	2,2	2,2	2,2	2,5	2,5	2,5	2,8	2,8	2,8
p = 8 (e + 1)	20,0	20,8	21,6	22,4	23,2	24,0	24,8	25,6	26,4	27,2	28,0
c = 0,25p	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0
c <sub>1</sub> = 0,3p	6,0	6,2	6,5	6,7	7,0	7,2	7,4	7,7	7,9	8,2	8,4
c <sub>2</sub> = 0,225p	4,5	4,7	4,9	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	5,9	6,1	6,3
e = e <sub>1</sub> = 1,5d	2,9	2,9	3,3	3,3	3,3	3,8	3,8	3,8	4,2	4,2	4,2
ψ = 15k <sub>2</sub> π d <sup>2</sup> : ep	1,415	1,316	1,555	1,416	1,298	1,532	1,412	1,308	1,521	1,415	1,320
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} \sigma_p =$	778	724	855	779	713	842	777	718	837	778	725
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} \psi k_2 =$	850	790	933	850	778	920	847	784	913	849	792
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} 2e\sigma_p =$	2338	2320	2910	2805	2710	3370	3260	3165	3850	3730	3630
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} pD =$	2550	2530	3175	3060	2980	3680	3565	3465	4200	4075	3960
ψ = e(p - 2d <sub>1</sub> ) : ep + 0,85k <sub>2</sub> π d <sup>2</sup> : ep	0,885	0,885	0,876	0,875	0,875	0,870	0,870	0,870	0,864	0,868	0,868
e	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6
d = ~ 0,9e + 0,6	2,8	3,1	3,1	3,1	3,4	3,4	3,4	3,7	3,7	3,7	4,0
p = 8 (e + 1)	28,8	29,6	30,4	31,2	32,0	32,8	33,6	34,4	35,2	36,0	36,8
c = 0,25p	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,2
c <sub>1</sub> = 0,3p	8,6	8,9	9,1	9,4	9,6	9,8	10,1	10,4	10,6	10,8	11,0
c <sub>2</sub> = 0,225p	6,5	6,7	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,7	7,9	8,1	8,3
e = e <sub>1</sub> = 1,5d	4,2	4,7	4,7	4,7	5,1	5,1	5,1	5,6	5,6	5,6	6,0
ψ = 15k <sub>2</sub> π d <sup>2</sup> : ep	1,232	1,416	1,330	1,250	1,418	1,340	1,265	1,420	1,350	1,292	1,426
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} \sigma_p =$	676	779	731	687	780	737	696	781	742	711	784
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} \psi k_2 =$	738	850	798	750	851	804	759	862	810	775	856
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} 2e\sigma_p =$	3515	4200	4100	4895	4680	4570	4450	5155	5025	4977	5640
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} pD =$	3835	4590	4470	4350	5106	4990	4880	5620	5510	5425	6160
ψ = e(p - 2d <sub>1</sub> ) : ep + 0,85k <sub>2</sub> π d <sup>2</sup> : ep	0,868	0,865	0,866	0,866	0,866	0,863	0,864	0,864	0,864	0,862	0,860



$$e_1 = 0,8e$$

$$p = 5,5(e + 1)$$

$$c = 0,3p$$

$$e_p = 5k_2 \frac{\pi d^2}{4ep}$$

$$\psi = \frac{2e_p}{k_2} = 10 \frac{\pi d^2}{4ep}$$

$$d = 0,9e + 0,6$$

$$c_1 = \frac{3}{8}p$$

$$e = e_1 = 1,5d$$

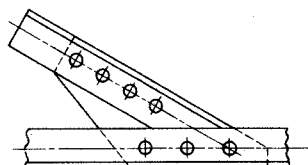
TAB. 16 DUPLA

e	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
d = ~ 0,9e + 0,6	1,9	1,9	2,2	2,2	2,2	2,5	2,5	2,5	2,8	2,8	2,8
p = 5,5 (e + 1)	13,8	14,3	14,8	15,4	16,0	36,6	17,0	17,6	18,2	18,7	19,2
c <sub>1</sub> = 0,375p	5,2	5,4	5,5	5,8	6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2
c = 0,3p	4,1	4,3	4,4	4,6	4,8	4,9	5,1	5,3	5,5	5,6	5,8
e = e <sub>1</sub> = 1,5d	2,9	2,9	3,3	3,3	3,3	3,8	3,8	3,8	4,2	4,2	4,2
ψ = 10k <sub>2</sub> π d <sup>2</sup> : ep	1,370	1,240	1,510	1,371	1,250	1,485	1,372	1,265	1,470	1,370	1,275
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} \sigma_p =$	685	620	754	686	624	742	686	632	735	685	638
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} \psi k_2 =$	753	682	830	754	687	817	755	696	806	753	702
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} 2e\sigma_p =$	1065	1084	2566	2480	2370	2970	2885	2780	3390	3290	3190
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} pD =$	2280	2183	2820	2730	2610	3268	3175	3060	3720	3620	3510
ψ = (p - d <sub>1</sub> ) : p	0,855	0,860	0,844	0,850	0,855	0,842	0,847	0,853	0,841	0,845	0,850
e	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6
d = ~ 0,9e + 0,6	2,8	3,1	3,1	3,1	3,4	3,4	3,4	3,7	3,7	3,7	4,0
p = 5,5 (e + 1)	19,8	20,4	20,9	21,5	22,0	22,6	23,1	23,7	24,2	24,8	25,3
c <sub>1</sub> = 0,375p	7,4	7,6	7,8	8,0	8,2	8,4	8,6	8,8	9,0	9,1	9,3
c = 0,3p	5,9	6,1	6,3	6,5	6,6	6,8	6,9	7,1	7,3	7,5	7,6
e = e <sub>1</sub> = 1,5d	4,2	4,7	4,7	4,7	5,1	5,1	5,1	5,6	5,6	5,6	6,0
ψ = 10k <sub>2</sub> π d <sup>2</sup> : ep	1,195	1,370	1,290	1,210	1,375	1,296	1,227	1,375	1,306	1,240	1,175
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} \sigma_p =$	600	685	646	606	688	650	615	688	654	620	586
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} \psi k_2 =$	668	753	710	665	756	713	678	756	718	682	646
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} 2e\sigma_p =$	3120	3700	3640	3630	4120	4025	3925	4650	4445	4345	4230
k <sub>2</sub> = $\left\{ \begin{array}{l} 1100 \\ 1200 \end{array} \right\} pD =$	3420	4065	3975	3880	4535	4425	4325	5000	4885	4775	4650
ψ = (p - d <sub>1</sub> ) : p	0,854	0,843	0,847	0,851	0,841	0,845	0,848	0,840	0,843	0,847	0,856

# JUNTAS REBITADAS

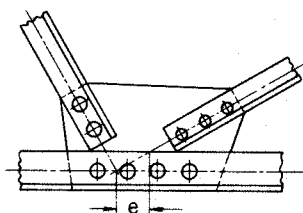
( ESTRUTURAS METÁLICAS )

1 Diagonal



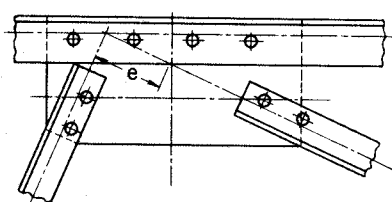
Péssimo.

2 Diagonais



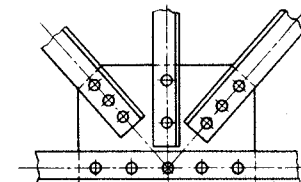
Feio e c/ excessiva excentricidade.

2 Diagonais pouco solicitadas.

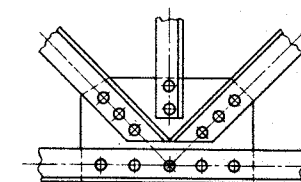


Chapa muito comprida excessiva excentricidade.

3 Hastes e 1 corrente

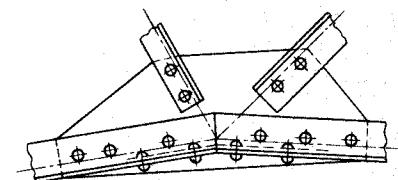


Chapa muito comprida.

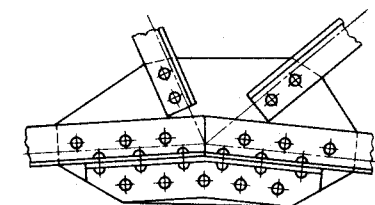


Chapa mais curta.

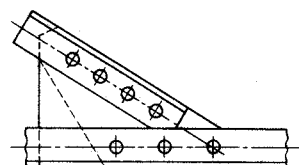
Ângulo p/hastes comprimidas e tracionadas.



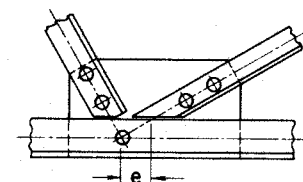
P/hastes de contorno comprimidas.



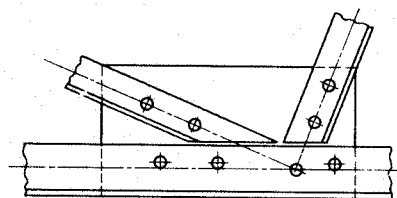
P/hastes de contorno comprimidas.



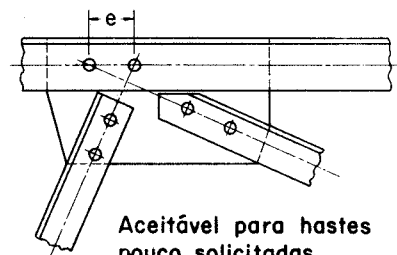
Bom.



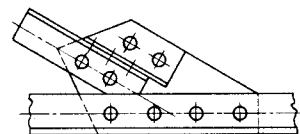
Bom.



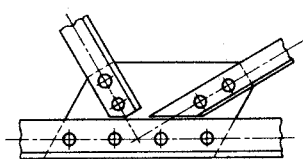
Melhorado.



Aceitável para hastes pouco solicitadas.



Melhor.



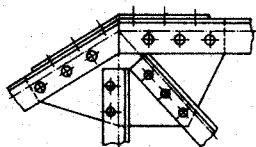
Melhor.

Continua pág. seguinte

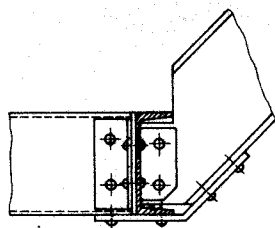


Continuação

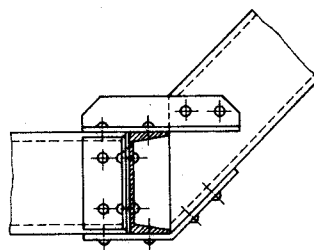
Nó de ângulo p/hastes comprimidas.



Nó de 2 U.

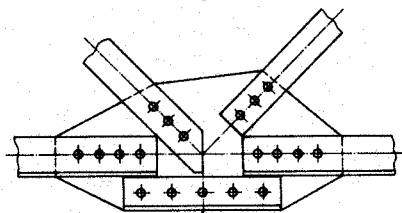


Alma muito solicitada.

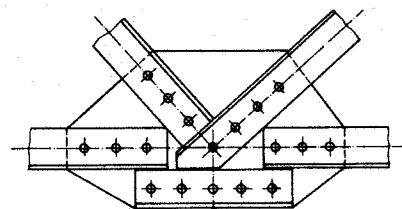


Aceitável.

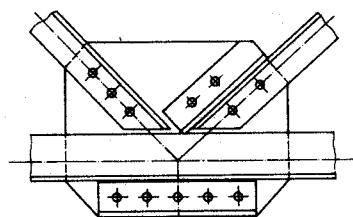
Várias disposições p/nó composto.



Discreto.

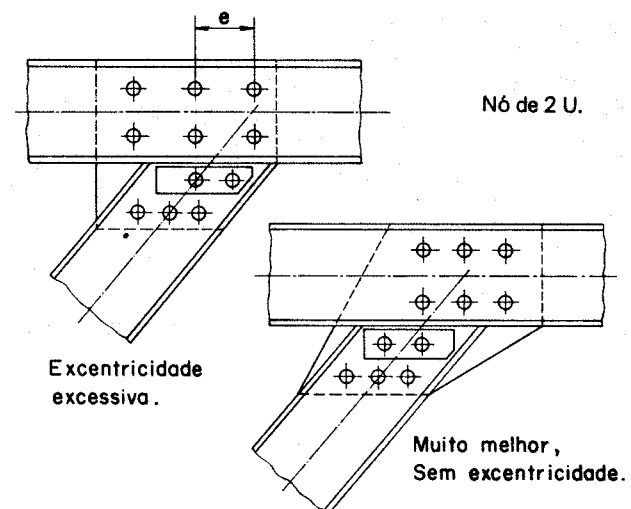
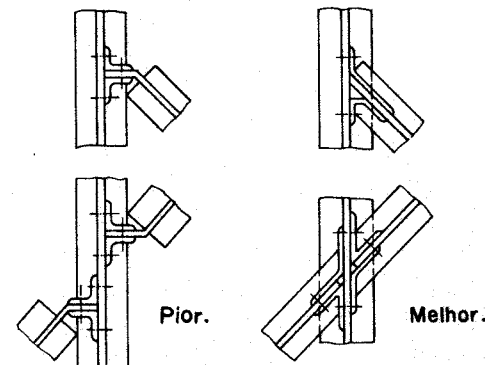


Melhor.



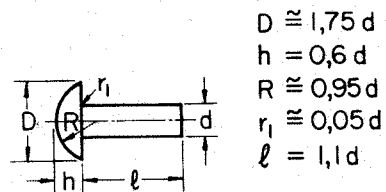
Melhor.

Cruzamento da viga I.

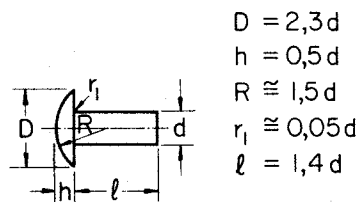


Nó de 2 U.

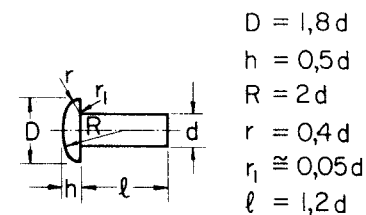
# REBITINHOS DE AVIONAL



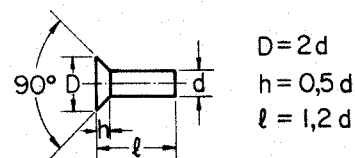
cabeça redonda



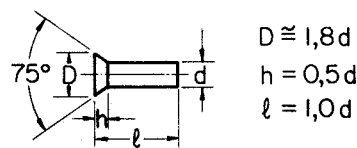
cabeça redonda larga



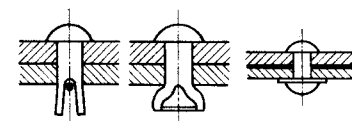
cabeça c/ calota reforçada



cabeça vazada



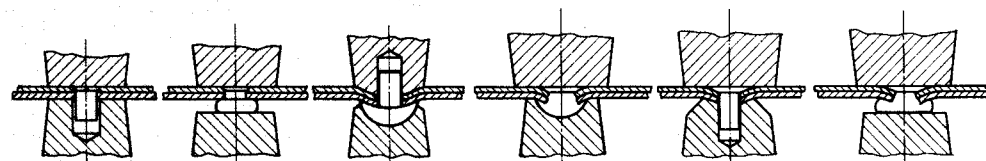
cabeça vazada



explosivos

rebitagem  
hermética  
c/ guarnição

Sistemas para conformar as cabeças dos rebites nas rebitagens a frio.



RESISTÊNCIA das REBITAGENS em  $\text{kg/mm}^2$

Carga de ruptura da haste do rebite à tração  $\sigma_r = 38$ ; ao cisalhamento  $\tau_r = 25$ ; à ovalização da chapa  $\sigma_0 = 65$ .

# DADOS P/ REBITAGENS

Legenda: d = diâmetro do rebite [mm]  
D = diâmetro da cabeça do rebite [mm]  
S = seção do rebite [mm<sup>2</sup>]

T = resistência ao cisalhamento do rebite [kg]  
e = espessura da chapa [mm]  
Σ = quantidade de chapas rebitadas

b<sub>i</sub> = distância mínima entre a borda da chapa e o eixo do rebite [mm]  
p<sub>i</sub> = distância mínima entre os eixos dos rebites de fileiras diversas [mm]  
ℓ = comprimento do haste de rebite [mm]

REBITAGENS NORMAIS										DE CHAPAS FINAS					
d		2	2,6	3	3,5	4	5	6	8	e	Σ	Rebites duralumínio			
S		3,14	5,31	7,07	9,62	12,56	19,63	28,27	50,26			d	ℓ		
T	1 secção	78	132	176	240	314	490	706	1256						
	2 secções	156	264	352	480	628	980	1412	2512						
Resistência à ovalização das chapas	e	Espessura da chapa	0,3	32	42	48	56	64	81	97	129	0,3	2	2	4
			0,4	43	56	64	75	86	108	129	172	0,5	2	2,5	7
			0,5	54	70	81	94	108	135	162	216	0,5	3	2,5	8
			0,6	64	84	97	113	129	162	194	259	1,0	2	3	10
			0,8	86	112	129	151	172	216	259	345	1,0	3	3,5	10
			1	108	140	162	189	216	270	324	432	1,2 ÷ 1,5	2	3,5	12
			1,2	129	168	194	226	259	324	388	518	1,5 ÷ 1,8	2	3,5	13
			1,5	162	210	243	283	324	405	486	648	2	2	4	14
			2	—	280	324	378	432	540	648	864	2,2 ÷ 2,4	2	4	15
			2,5	—	—	405	472	540	675	810	1080	2,5	2	4	15
			3	—	—	—	567	648	810	972	1296				
			3,5	—	—	—	—	—	945	1134	1512				
			4	—	—	—	—	—	1080	1296	1728				
			5	—	—	—	—	—	—	1620	2160				
			6	—	—	—	—	—	—	—	2592				

## DADOS

Valores mínimos dos b<sub>i</sub> e p<sub>i</sub>:

b <sub>i</sub>	p/ rebitinhos c/ cabeça	redonda ou chateada	b <sub>2</sub> = 1,5 d
		em cogumelo e vazada	b = 1,8 d
p <sub>i</sub>	distância mínima entre 2 fileiras de rebites	redonda ou chateada	b = b <sub>2</sub> = 2,5 d
		em cogumelo e vazada	b <sub>1</sub> = 2 d
p <sub>i</sub>	p/ rebitinhos c/ cabeça	redonda ou chateada	p <sub>1</sub> = 3,5 d
		em cogumelo e vazada	p <sub>1</sub> = 5 d
p <sub>i</sub>	passo (p)	mínimo p/ rebitagens c/ 1 fileira	p = 3,5 d
		" " c/ 2 fileiras	p = 5 d
p <sub>i</sub>	passo (p)	p/ chapas de revestimento	p = 25 ÷ 30 mm
		p/ invólucro	p = 30 ÷ 50 mm
p <sub>i</sub>	passo (p)	máximo p/ rebitagens herméticas	p = 1,5 D

Comprimento do haste de rebite necessário p/ conformar a cabeça

redonda:	1,5 d
chateada:	1,6 ÷ 1,8 d
vazada:	0,9 ÷ 1 d

RESISTÊNCIA dos REBITINHOS	à explosão	d	3,2	4	5
	em avional	T	85 ÷ 100	97 ÷ 140	118 — 180
	em aço		170 ÷ 200	190 — 200	200 — 250

# SÍMBOLOS CONVENCIONAIS

## AMERICANOS E INGLESES

Rebites normais rebitados no estabelecimento													Furos p/ rebites executados nos montagens			
C/ 2 cabeças a calota	C/ cabeça rasa e aplainada			C/ cabeça rasa $d \leq \frac{1}{8}$			C/ cabeça plana $p/ d \geq \frac{1}{4} \div \frac{5}{8}$			C/ cabeça plana $p/ d \geq \frac{3}{4}$						
	Superior	Inferior	Ambas	Superior	Inferior	Ambas	Superior	Inferior	Ambas	Superior	Inferior	Ambas	Simples	Superior	Inferior	Dupla

## ALEMÃES

$d_f =$ diâmetro do furo [mm]	C/ 2 cabeças a calota	C/ cabeça rasa			C/ cabeça rasa e calota			P/ rebites da rebitar ao montagem	
		Sup.	Inf.	Dupla	Sup.	Inf.	Dupla	Furos da preparar	Furos executados na montagem
11									
14									
17									
20									
23									
26									
29 ÷ 44 exemplo									

NB.: Do diâmetro  $d = 29 \div 44$  mm se designa o diâmetro do furo em mm ao lado do símbolo, como no exemplo que se refere a um furo de 41 mm para rebite de 40 mm.

# CARACTERÍSTICAS DAS LIGAS P/ CHAPAS E PERFIS DE ESTRUTURA

Denominação	Composição	Estado	Carga em kg/mm <sup>2</sup>		Alongamento 5 d %	Dureza Brinell	Peso específico	Coeficiente dilatação térmica	Aplicação
			Ruptura	Escorregamento					
Ergal 55	Cu 1,6 Fe 0,3 Si 0,25 Mg 2,5 Mn 0,2 Zn 6 Cr 0,15 Ti 0,6 Ni 0,05 Al	chapa recozida espess. < 20 mm bonificada	19 ÷ 28 54 ÷ 63	9 ÷ 15 46 ÷ 56	9 ÷ 20 8 ÷ 15	50 ÷ 70 145 ÷ 170	2,8	0,000023	Estrutura alta resistência.
Ergal 55 chapeado		chapa recozida espess. < 20 mm bonificada	19 ÷ 25 50 ÷ 60	9 ÷ 14 43 ÷ 53	9 ÷ 20 8 ÷ 15	- -	2,8	0,000023	Estrutura alta resistência, resistente à corrosão.
Ergal 65		chapa recozida espess. < 20 mm bonificada	19 ÷ 29 57 ÷ 66	9 ÷ 18 49 ÷ 59	8 ÷ 17 4 ÷ 13	60 ÷ 85 155 ÷ 180			Estrutura alta resistência.
Avional 22	Cu 4 Fe 0,5 Si 0,5 Mg 0,5 Mn 0,1 e restante Al	chapa recozida espess. < 13 mm THN bonif.	17 ÷ 23 40 ÷ 44	7 ÷ 11 24 ÷ 29	16 ÷ 24 15 ÷ 19	45 ÷ 65 100 ÷ 125	2,8	0,000023	Estrutura alta resistência.
Avional 14	Cu 4,5 Si 1	chapa recozida espess. > 20 mm bonificada	19 ÷ 21 47 ÷ 53	8 ÷ 12,5 42 ÷ 47	12 ÷ 18 7 ÷ 10	45 ÷ 55 125 ÷ 140	2,8	0,000023	Estrutura alta resistência à corrosão.
Chitonal 14 chapeado	Idem	chapa recozida chapeada bonificada	19 ÷ 21 47 ÷ 53	8 ÷ 21 41 ÷ 47	16 ÷ 20 6 ÷ 12	- -	2,8	0,00023	Estrutura alta resistência à corrosão.
Peraluman 35 (P 3)	Cu 0,05 Fe 0,4 Si 0,3 Mg 3 Mn 0,3 Zn 0,1 Ni 0,1	recozida encruidada H 10 bruto	21 ÷ 26 25 ÷ 29 22 ÷ 28	9 ÷ 14 19 ÷ 25 9 ÷ 16	20 ÷ 30 12 ÷ 18 18 ÷ 27	55 ÷ 70 75 ÷ 85 55 ÷ 75	2,7	0,000023	Aplicação, arquiteônica, decorativa e naval.
Peraluman 50	Mg 5 Mn 0,4 Si 0,3 Fe 0,4 Cu 0,05 Zn 0,1 Ti 0,1 Ni 0,01 e restante Al	recozida encruidada H 10 encruidada H 25	26 ÷ 32 30 ÷ 35 35 ÷ 40	12 ÷ 18 24 ÷ 28 30 ÷ 35	20 ÷ 30 12 ÷ 18 8 ÷ 13	65 ÷ 80 85 ÷ 95 100	2,7	0,000024	Serragem, in-fijos, revestimentos, sobre estrutura naval
Anticorodal	Zn 0,1 Mg 0,7 Ni 0,5 Si 1,0 Fe 0,5 Cu 0,10 Ti 0,1 Cr 0,1 e restante Al	recozida bonificada TA " TA 14 " TA 16 temp. envelhec. e encrud.	9 ÷ 14 21 ÷ 28 24 ÷ 30 30 ÷ 35 35 ÷ 40	4 ÷ 8 12 ÷ 15 14 ÷ 22 25 ÷ 32 32 ÷ 36	25 ÷ 40 22 ÷ 30 20 ÷ 26 14 ÷ 20 4 ÷ 8	30 ÷ 40 50 ÷ 60 70 ÷ 90 90 ÷ 120 100 ÷ 130	2,7	0,000023	Serragem, in-fijos, parte arquiteônica, estrutura.
Elektron AZM	Al 6 Zn 1 Mn 0,2 Si 0,2 Cu 0,10 Mg e restante Al	prensado, estrudido e estamp.	28 28	17 20	10 10	58 60	1,8	0,000026	Estrutura alta resistência

**6**

# **soldas e soldagens**

processos

cálculo

cantoneiras

recipientes e tubos

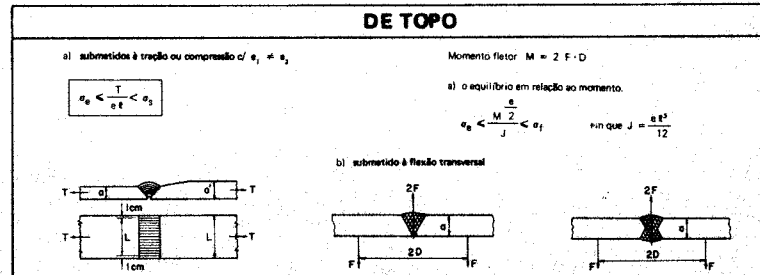
preparação das bordas

quadro sinótico dos cordões

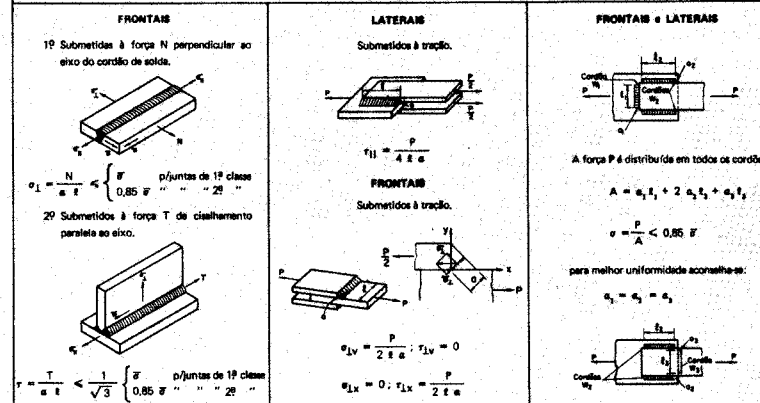
juntas

## CÁLCULO

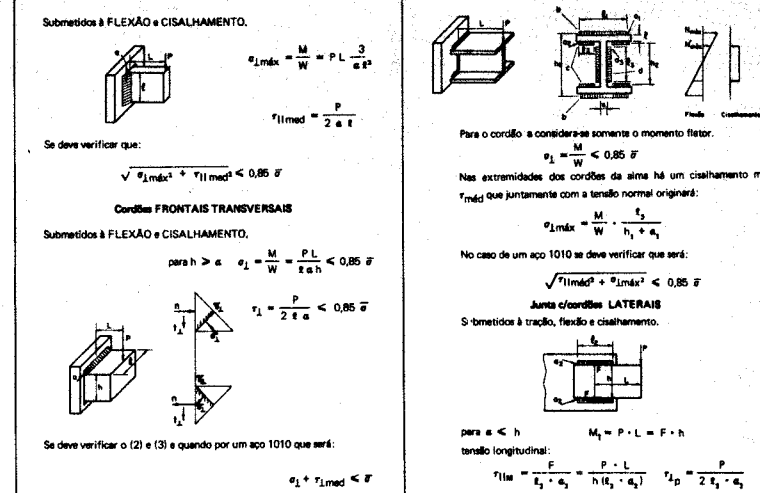
**DE TOPO**



## DE ÂNGULO



### Viga H Soldado é um Pilar



$p = \sqrt{\sigma_l^2 + \tau_l^2 + \tau_s^2}$

$\sigma_l$

$\tau_l$

$\tau_s$

$l = L - 2cm$

$$s_{id} = \sqrt{s_1^2 + s_{11}^2 - s_1 s_{11} + 3r^2} < \begin{cases} \bar{s} & 1^a \text{ classe} \\ 0,85 \bar{s} & 2^a \text{ "} \end{cases}$$

Os valores absolutos deverão satisfazer:

19) c/3 tensões:

$$\sqrt{\tau_1^2 + \sigma_1^2 + \tau_{II}^2} < \begin{cases} 0,85 \bar{\sigma} \text{ p/acos } 1010 \\ 0,75 \bar{\sigma} \text{ " " } 1020 \\ 0,70 \bar{\sigma} \text{ " " } 1030 \end{cases}$$

29) c/2 testes:

$r_1 + s_1$	$<$	$\bar{x}$ p/acos 1010 $0.90 \bar{x}$ " " 1020 $0.85 \bar{x}$ " " 1030
-------------	-----	---

$$r_1 < \begin{cases} 0,85 \text{ e } p/a\text{ços } 1010 \\ 0,75 \text{ e } " " 1020 \\ 0,70 \text{ e } " " 1030 \end{cases}$$

$$\sigma_1 < \begin{cases} 0,85 \text{ в } \text{п/аэос } 1010 \\ 0,75 \text{ в } \text{"" } 1020 \\ 0,70 \text{ в } \text{"" } 1030 \end{cases}$$

39) c/ 1 tensão:

$$r_1 \cdot \sigma_1 \cdot r_{II} < \begin{cases} 0,86 \text{ g p/acos } 1010 \\ 0,75 \text{ g " " } 1020 \\ 0,70 \text{ g " " } 1030 \end{cases}$$

DE TOPO

Tração .....	$\bar{\sigma}_t = 0,8 \sigma$
Compressão .....	$\bar{\sigma}_c = 0,9 \sigma$
Flexão, zona tracionada .....	$\bar{\sigma}_t = 0,8 \sigma$
Flexão, zona comprimida .....	$\bar{\sigma}_c = 0,9 \sigma$
Cisalhamento .....	$\tau = 0,7 \sigma$

Lado b	Condições	
	Laterais	Frontais
até 5 x 5 .....	0,7 º	0,8 º
de 5 x 5 até 8 x 8 .....	0,6 º	0,7 º
de 8 x 8 até 12 x 12 .....	0,5 º	0,6 º
de 12 x 12 até 20 x 20 .....	0,4 º	0,5 º

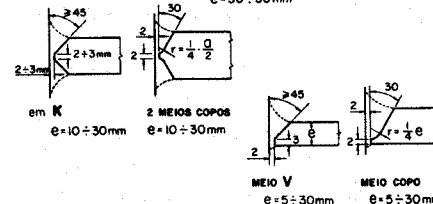
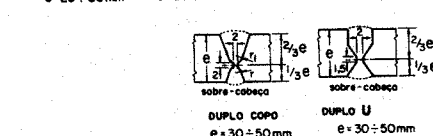
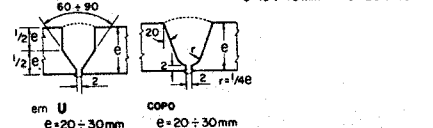
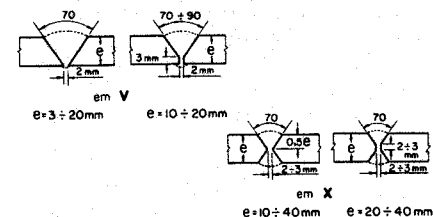
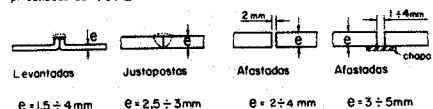
$\sigma$  = tensão efetiva

G <sub>lv</sub> kg/mm <sup>2</sup>	% C	Dureza	temperabilidade		Uso
			moleabilidade	soldabilidade	
35-45	0,05 a 0,15	extra-doce	negativa		Chapas, fiao, po- rafusos, tubos estri- rados, produtos de caldeiraria
			grande		
			fácil		
45-55	0,15 a 0,30	doce	negativa		Barras laminadas e perfilados, peças comuns de mecânica
			regular		
			regular		
55-65	0,30 a 0,40	meio-doce	mã		Peças especiais de máquinas e motores, ferramentas para a agricultura
			—		
			difficil		
65-75	0,40 a 0,60	meio-duro	boa		Peças de grande du- reza, ferramentas de corte, meias, tri- lhos
			mã		
			difficilmo		
75-100	0,60 a 1,50	duro a extra-duro	fácil		Peças de grande du- reza e resistência, molas, cabos, cu- talaria
			péssimo		
			negativo		

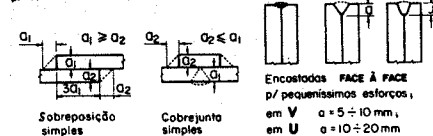
- $a$  = altura do cordão
- $a_s$  = altura do cordão de solda
- $l$  = comprimento do cordão de solda
- $\sigma_1 : \tau_1$  = tensões normais
- $\tau_{II}$  = tensão paralela
- $\tau_M$  = tensão do momento fletor
- $\tau_P$  = tensão da força P
- $\tau_{II}$  = tensão tangencial perpendicular ao eixo
- N = força normal (perpendicular)
- T = força longitudinal
- A = seção resistente do cordão de solda
- T = força de tração ou compressão
- e = espessura mais fina
- $e_s$  = espessura mais grossa
- $l$  = L - 2 cm comprimento efetivo dos cordões de solda
- $\sigma_s$  = tensão admissível máxima da solda
- $\sigma_b$  = tensão efetiva da solda
- $\sigma_f$  = tensão máxima à flexão  $\approx 0,8 + 0,9 \sigma_s$
- M = momento fletor
- J = momento de inércia

# PREPARAÇÃO DAS BORDAS DAS CHAPAS

## p/ CORDÕES DE TOPE



## p/ CORDÕES DE ÂNGULO

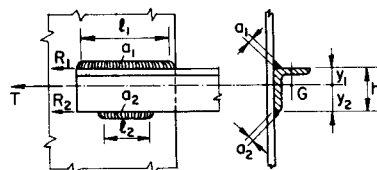


# QUADRO SINÓTICO DOS CORDÕES DE SOLDA


LEGENDA:  
 $\sigma$  = solicitação normal  $\text{kg/mm}^2$   
 $\tau$  = solicitação tangencial  $\text{kg/mm}^2$   
 $M_t$  = momento fletor  $\text{kg}\cdot\text{mm}$   
 $M_t$  = momento torçor  $\text{kg}\cdot\text{mm}$   
 $F$  = carga externa  $\text{kg}$   
 $h$  = distância linear  $\text{mm}$   
 $a$  = dimensão do cordão  $\text{mm}$   
 $l$  = comprimento do cordão  $\text{mm}$



**CANTONEIRAS SOLDADAS  
SOBRE 1 PLACA**



Para evitar os efeitos de torção e flexão é aconselhável que as linhas baricêntricas dos cordões coincida ou se aproxime da linha baricêntrica da seção da peça a soldar.

$$T = R_1 + R_2$$

o/o equilíbrio  $R_1 \cdot h = T \cdot y_2$

$$R_2 \cdot h = T \cdot y_1$$

$$T = R_1 \frac{h}{y_2}$$

$$T = R_2 \frac{h}{y_1}$$

$$R_1 = a_1 \cdot \ell_1 \cdot \sigma_s$$

$$R_2 = a_2 \cdot \ell_2 \cdot \sigma_s$$

$$\ell_1 = \frac{T}{\sigma_s} \cdot \frac{y_2}{a_1 \cdot h}$$

$$\ell_2 = \frac{T}{\sigma_s} \cdot \frac{y_1}{a_2 \cdot h}$$

Para cada cantoneira os valores de  $\ell_1$ ,  $\ell_2$ ,  $a_1$  e  $a_2$  são constantes, dependem agora da espessura da cantoneira d.

Conclui-se  $\frac{\ell_1}{a_1 \cdot h} = a$

$\frac{\ell_2}{a_2 \cdot h} = \beta$

$$\ell_1 = \frac{T}{\sigma_s} \cdot a$$

$$\ell_2 = \frac{T}{\sigma_s} \cdot \beta$$

As Tabelas dão os valores de a para  $a_1 = 0,7$  e  $1,7 + 0,7$  d

...  $\beta$  são dados em base a  $a_2$

**VALORES DE  $\alpha$**

**TAB. 1 PARA CANTONEIRAS DE LADOS IGUAIS**

Perfil	$a_1 = 0,7 \cdot d$		$b_1$	$\alpha$	$a_1 = 0,7 \cdot 1,2 d$		$b_1$	$\alpha$
L X L	e							
35 X 35	4	2,8	4	0,255	3,4	4,8	0,213	
	5	3,5	5	0,201	4,2	6	0,165	
	6	4,2	6	0,164	5,1	7,2	0,135	
40 X 40	5	3,5	5	0,203	4,2	6	0,167	
	6	4,2	6	0,166	5,1	7,2	0,137	
	7	5	7	0,138	5,9	8,4	0,116	
45 X 45	5	3,5	5	0,204	4,2	6	0,166	
	6	4,2	6	0,168	5,1	7,2	0,139	
	7	5	7	0,139	5,9	8,4	0,117	
50 X 50	5	3,5	5	0,206	4,2	6	0,169	
	6	4,2	6	0,169	5,1	7,2	0,140	
	7	5	7	0,141	5,9	8,4	0,118	
55 X 55	6	4,2	6	0,170	5,1	7,2	0,140	
	7	5	7	0,142	5,9	8,4	0,119	
	8	5,7	8	0,125	6,8	9,6	0,103	
60 X 60	6	4,2	6	0,171	5,1	7,2	0,141	
	8	5,7	8	0,126	6,8	9,6	0,104	
	10	7	10	0,090	8,5	12	0,081	
65 X 65	7	5	7	0,143	5,9	8,4	0,120	
	9	6,4	9	0,110	7,6	10,8	0,092	
	11	7,8	11	0,090	9,3	13,2	0,074	
70 X 70	7	5	7	0,143	5,9	8,4	0,121	
	9	6,4	9	0,110	7,6	10,8	0,092	
	11	7,8	11	0,090	9,3	13,2	0,074	
75 X 75	8	5,7	8	0,128	6,8	9,6	0,105	
	10	7	10	0,101	8,5	12	0,083	
	12	8,5	12	0,082	10,2	14,4	0,068	
80 X 80	8	5,7	8	0,128	6,8	9,6	0,106	
	10	7	10	0,101	8,5	12	0,083	
	12	8,5	12	0,082	10,2	14,4	0,068	
90 X 90	9	6,4	9	0,112	7,6	10,8	0,094	
	11	7,8	11	0,091	9,3	13,2	0,076	
	13	9,2	13	0,076	11	15,6	0,064	
100 X 100	10	7	10	0,102	8,5	12	0,085	
	12	8,5	12	0,083	10,2	14,4	0,069	
	14	10	14	0,070	11,9	16,8	0,059	
110 X 110	10	7	10	0,103	8,5	12	0,086	
	12	8,5	12	0,084	10,2	14,4	0,070	
	14	10	14	0,071	11,9	16,8	0,060	
120 X 120	11	7,8	11	0,082	9,3	13,2	0,077	
	13	9,2	13	0,071	11	15,6	0,065	
	15	10,6	15	0,067	12,7	18	0,056	
130 X 130	12	8,5	12	0,085	10,2	14,4	0,071	
	14	10	14	0,071	11,9	16,8	0,060	
	16	11,3	16	0,062	13,6	19,2	0,052	
140 X 140	13	9,2	13	0,084	11	15,6	0,065	
	15	10,6	15	0,067	12,7	18	0,058	
	17	12	17	0,059	14,4	20,4	0,049	
150 X 150	14	10	14	0,072	11,9	16,8	0,060	
	16	11,3	16	0,063	13,6	19,2	0,053	
	18	12,7	18	0,056	15,3	21,6	0,046	

**VALORES DE  $\alpha$**

**TAB. 2 PARA CANTONEIRAS DE LADOS DESIGUAIS**

Perfil		$a_1 = 0,7 \cdot d$		$b_1$	$\alpha$	$a_1 = 0,7 \cdot 1,2 d$		$b_1$	$\alpha$
L X L <sub>1</sub>	e								
45 X 50	5	3,5	5	0,189	4,2	6	0,158		
	6	4,2	6	0,155	5,1	7,2	0,128		
60 X 30	5	3,5	5	0,183	4,2	6	0,151		
	6	4,2	6	0,151	5,1	7,2	0,124		
	7	5	7	0,125	5,9	8,4	0,105		
50 X 40	5	3,5	5	0,193	4,2	6	0,159		
	6	4,2	6	0,159	5,1	7,2	0,131		
	7	5	7	0,132	5,9	8,4	0,111		
70 X 50	6	4,2	6	0,161	5,1	7,2	0,133		
	8	5,6	8	0,119	6,8	9,6	0,098		
	10	7	10	0,094	8,5	12	0,077		
75 X 50	6	4,2	6	0,161	5,1	7,2	0,133		
	8	5,6	8	0,119	6,8	9,6	0,098		
	10	7	10	0,093	8,5	12	0,077		
80 X 40	6	4,2	6	0,153	5,1	7,2	0,128		
	8	5,6	8	0,113	6,8	9,6	0,093		
80 X 60	7	5	7	0,136	5,9	8,4	0,115		
	9	6,4	9	0,105	7,6	10,8	0,088		
	11	7,8	11	0,085	9,3	13,2	0,071		
100 X 50	7	5	7	0,129	5,9	8,4	0,108		
	9	6,4	9	0,100	7,6	10,8	0,083		
	11	7,8	11	0,081	9,3	13,2	0,067		
100 X 65	8	5,6	8	0,120	6,8	9,6	0,099		
	10	7	10	0,085	8,5	12	0,078		
	12	8,5	12	0,077	10,2	14,4	0,065		
120 X 80	8	5,6	8	0,121	6,8	9,6	0,100		
	10	7	10	0,086	8,5	12	0,079		
	12	8,5	12	0,078	10,2	14,4	0,066		
130 X 65	8	5,6	8	0,116	6,8	9,6	0,095		
	10	7	10	0,082	8,5	12	0,075		
	12	8,5	12	0,075	10,2	14,4	0,062		
140 X 90	9	6,4	9	0,105	7,6	10,8	0,088		
	11	7,8	11	0,085	9,3	13,2	0,071		
	13	9,2	13	0,072	11	15,6	0,060		
150 X 100	10	7	10	0,097	8,5	12	0,080		
	12	8,5	12	0,079	10,2	14,4	0,066		
	14	10	14	0,067	11,9	16,8	0,056		
160 X 160	10	7	10	0,093	8,5	12	0,076		
	12	8,5	12	0,077	10,2	14,4	0,063		
	14	10	14	0,064	11,9	16,8	0,054		

(e) Espessura dos perfis.

N.B. Os valores das tabelas se referem às cantoneiras de lados desiguais.

**VALORES DE  $\beta$**

**TAB. 3 PARA CANTONEIRAS DE LADOS IGUAIS**

Perfil		$a_1$	$b_1$	$\beta$	Perfil		$a_1$	$b_1$	$\beta$
L X L	e				L X L	(e)			
35 X 35	4	1,8	2,5	0,159	80 X 80	8	3,5	5	0,081
	5	2,5	3,5	0,119		10	3	7,1	0,058
	6	3,2	4,5	0,098		12	6,5	9,2	0,046
40 X 40	5	2,3	3,3	0,126	90 X 90	9	4	5,7	0,071
	6	4,2	4,2	0,100		11	5,5	7,8	0,053
	7	3,7	5,2	0,084		13	7	9,9	0,043
45 X 45	5	2,1	3	0,135	100 X 100	10	4,5	6,4	0,063
	6	2,8	3,8	0,105		12	6	8,5	0,048
	7	3,5	5	0,085		14	7,5	10,6	0,040
50 X 50	5	2,1	3	0,133	110 X 110	10	4,5	6,4	0,062
	6	2,8	3,8	0,103		12	6	8,5	0,048
	7	3,5	5	0,084		14	7,5	10,6	0,039
55 X 55	6	2,5	3,5	0,113	120 X 120	11	5	7,1	0,056
	7	3,3	4,7	0,088		13	6,5	9,2	0,044
	8	4	5,7	0,074		15	8	11,3	0,037
60 X 60	6	2,5	3,5	0,113	130 X 130	12	5,5	7,8	0,061
	8	4	5,7	0,074		14	7	9,9	0,041
	10	5,4	7,8	0,067		16	8,5	12	0,034
65 X 65	7	3	4,2	0,095	140 X 140	13	6	8,5	0,047
	9	4,5	6,4	0,068		15	7,5	10,6	0,038
	11	6	8,5	0,051		17	9	12,7	0,032
70 X 70	7	3	4,2	0,094	150 X 150	14	6,5	9,2	0,043
	9	4,5	6,4	0,065		16	8	11,3	0,036
	11	6	8,5	0,051		18	9,8	13,5	0,031
75 X 75	8	3,5	5	0,081					
	10	5	7,1	0,059					
	12	6,5	9,2	0,047					

**VALORES DE  $\beta$**

**TAB. 4 PARA CANTONEIRAS DE LADOS DESIGUAIS**

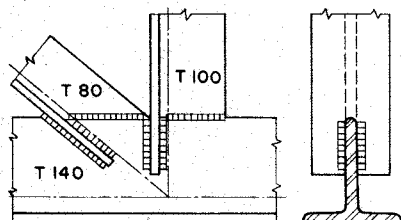
Perfil				$\beta$	Perfil				$\beta$
L X L <sub>1</sub>	(e)	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>		L X L <sub>1</sub>	(e)	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	
40 X 30	5	2,2	3,1	0,153	100 X 50	7	3,1	4,4	0,114
	6	3	4,2	0,115		9	4,5	6,4	0,081
						11	5,9	8,3	0,063
60 X 30	5	2,2	3,1	0,162	100 X 65	8	3,5	5	0,093
	6	3	4,2	0,122		10	5	7	0,067
	7	3,7	5,2	0,101		12	6,4	9	0,054
60 X 60	5	2,2	3,1	0,148	120 X 80	8	3,4	4,8	0,094
	6	3	4,2	0,111		10	4,8	6,8	0,068
	7	3,7	5,2	0,082		12	6,2	8,8	0,054
70 X 50	6	2,5	3,5	0,129	130 X 65	8	3,4	4,8	0,103
	8	4	5,6	0,083		10	4,8	6,8	0,075
	10	5,4	7,8	0,064		12	6,2	8,8	0,058
75 X 75	6	2,5	3,5	0,130	140 X 90	9	3,9	5,5	0,084
	8	4	5,6	0,084		11	5,3	7,5	0,063
	10	5,4	7,8	0,064		13	6,7	9,5	0,051
80 X 40	6	2,8	4	0,127	150 X 100	10	4,4	6,2	0,073
	8	4,2	5,9	0,087		12	5,8	8,2	0,056
						14	7,1	10	0,047
80 X 80	7	3,1	4,4	0,102	160 X 90	10	4,4	6,2	0,080
	9	4,5	6,4	0,073		12	5,8	8,2	0,062
	11	5,9	8,3	0,057		14	7,1	10	0,051

(e) Espessura dos perfis.

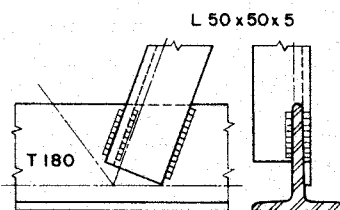
N.B. Os valores das tabelas se referem às cantoneiras de lados desiguais.

# JUNTAS SOLDADAS

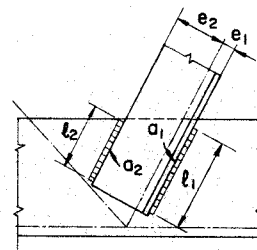
**A** — Haste c/nervura T  
às distâncias do eixo neutro



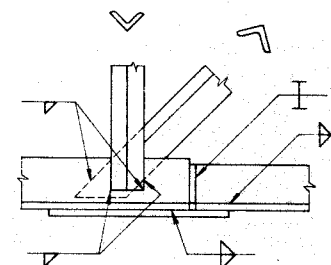
**B** — Cantoneiras c/ 1 T



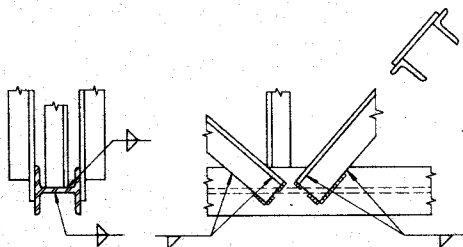
**C** — Cordões de soldas laterais com comprimentos inversamente proporcionais



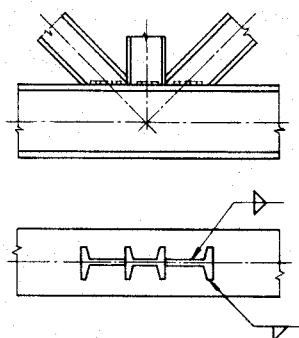
**D** — 2 Cantoneiras c/ 1 T



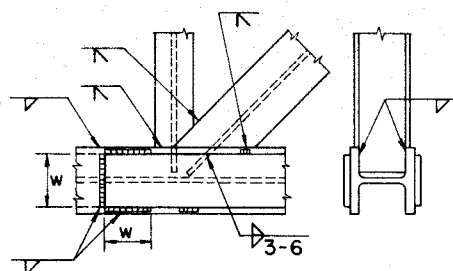
**E** — Hastes ligadas à 1 viga H



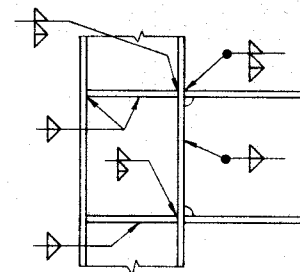
**F** — Solda de tope de 3 H à viga H



**G** — Solda de 3 H de igual altura

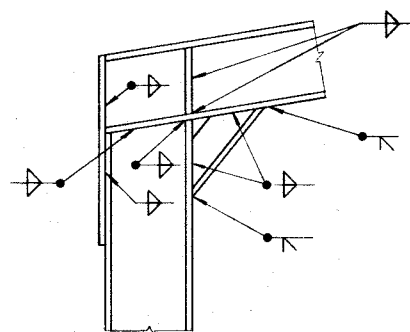


**H** — Vigas à 1 pilar

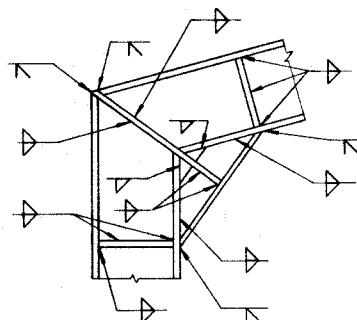


Continua pág. seguinte

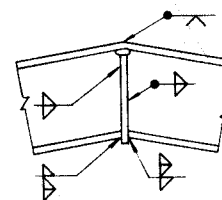
**I** — Ângulo de Portal



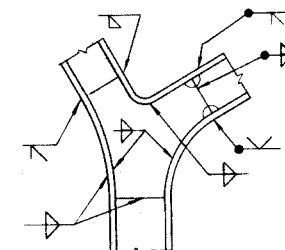
**L** — Ângulo de Portal



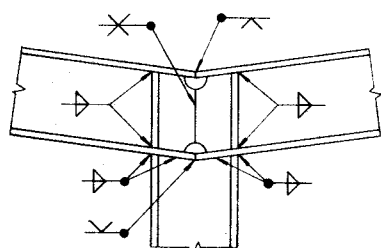
**M** — Cumeira de Portal



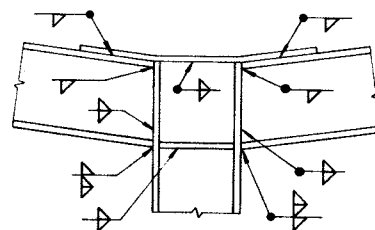
**N** — Saída de 2 hastes de 1 pilar



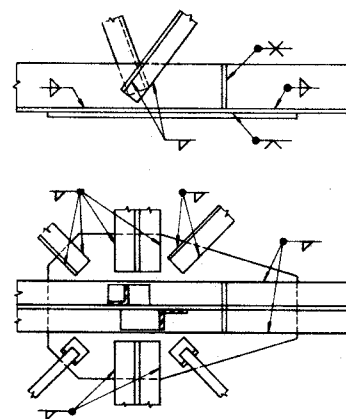
**O** — Apoio de 2 vigas à 1 pilar



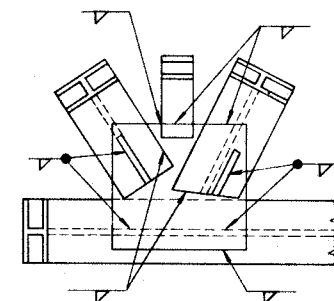
**P** — Apoio de 2 vigas à 1 pilar



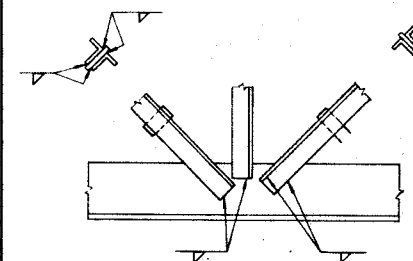
**Q** — Composta de hastes e tirantes



**R** — Composta



**S** — Simples



# SOLDAS E SOLDAGENS submetidas à cargas DINÂMICAS

## LEGENDA:

Ciclos  
I corresponde a  $10^4$   
II " " a  $60^4$   
III " " a  $20^5$

Tipos  
1 - Semi-refinado ( $C \leq 0,24\%$   $S \leq 0,55\%$   $P \leq 0,06\%$ ).  
2 - " " ( $C \leq 0,26\%$   $S_1 \leq 0,55\%$   $S \leq 0,06\%$   $P \leq 0,06\%$ ).

N.B: Os valores da tabela são válidos para ciclos superiores a  $10^4$ .

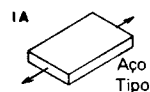
$\sigma_{m\acute{a}x}$   
16 kg/mm<sup>2</sup> p/aços tipo 1 - qualidade ótima  
24 " " " " " 2 - " normal

## TENSÕES ADMISSÍVEIS

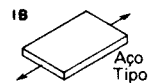
Casos	Aços		Relação $\sigma_{min}/\sigma_{m\acute{a}x}$									
	Tipo	Ciclos	-1	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	0	0,2	0,4	0,6	0,8
A	2	I	17,3	18,7	20,5	22,6	24,0	24	24	24	24	24
	1-2	II	14,3	15,5	17,0	18,7	20,9	24	24	24	24	24
	1-2	III	12,6	13,7	15,0	16,5	18,5	20,9	24	24	24	24
ABCD	1-2	I	14,6	15,9	17,3	19,0	21,4	24,0	24	24	24	24
B	1-2	II	12,3	13,4	14,6	16,1	18,6	20,4	23,4	24	24	24
B	1-2	III	10,9	11,7	13,6	14,3	15,9	18,9	20,5	23,6	24	24
CD	1-2	II	11,2	12,2	13,4	14,6	16,4	18,5	21,4	24	24	24
C	1-2	III	9,7	10,6	11,7	13,0	16,4	16,3	18,7	21	24	24
D	1-2	III	9,0	9,7	10,7	11,8	13,1	14,8	17,0	19,5	24	24
E	1-2	III	8,8	8,8	9,5	10,2	11,5	13,5	14,9	18,1	22,5	24
F	1-2	I	11,9	13,0	14,1	15,6	17,5	19,5	23,5	24	24	24
	1-2	II	8,5	9,2	10,0	11,8	12,4	14,0	16,5	19,5	24	24
	1-2	III	6,6	7,2	7,8	8,7	9,7	11,0	12,7	15,5	19,5	24
G	1-2	I	9,2	10,0	10,8	12,0	13,2	15,1	18,0	22,6	24	24
	1-2	II	6,5	7,0	7,7	8,5	9,4	10,6	12,5	15,3	22,3	24
	1-2	III	5,2	5,5	6,1	6,7	7,5	8,5	10,0	12,7	16,1	24
H	1-2	I	8,4	7,0	7,6	8,4	9,4	10,6	12,7	15,8	21,0	24
	1-2	II	4,6	5,0	5,5	6,0	6,7	7,6	9,0	11,2	15,5	24
	1-2	III	3,6	4,0	4,3	4,7	5,2	6,0	7,0	8,9	12,0	19,5
I	1-2	I	4,8	5,1	5,3	6,2	7,0	8,0	9,5	11,7	15,5	24
	1-2	II	3,5	3,7	4,0	4,4	5,0	5,8	6,7	8,7	11,0	18,5
	1-2	III	2,7	2,9	3,1	3,5	4,0	4,5	5,2	6,5	9,2	15,3

## TANGENCIAL

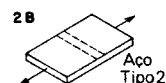
M	2	I	10,0	10,9	12,0	13,1	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8
	2	II	8,2	8,8	9,7	10,7	11,9	13,5	13,8	13,8	13,8	13,8
	2	III	7,4	7,9	8,6	9,6	10,7	12,2	13,8	13,8	13,8	13,8
N	1	I	8,5	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4
	1	II	7,2	7,8	8,6	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4
	1	III	6,4	6,9	7,5	8,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4



Sem furos e juntas soldadas.



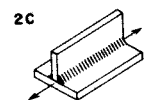
Como A



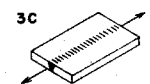
de Tope - 1ª classe.



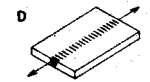
de Tope - 1ª classe.



em T  
Soldagem automática.



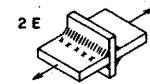
de Tope  
1ª classe lixada.



de Tope  
1ª classe.



de Tope - 1ª classe  
com sobresspessa e represa.



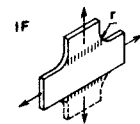
em Cruz  
1ª classe, frezado



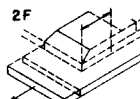
Reforços  
transversais



em T  
Cordões regulares  
comuns



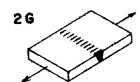
Expansões laterais com  
concordâncias  $r > 50$   
lixadas



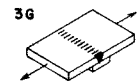
Duplicação de chapas  
Com espessuras degradantes



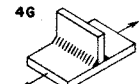
em Cruz  
Com penetração plena  
2ª classe



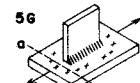
de Tope  
2ª classe



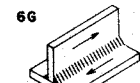
de Tope  
2ª classe  
sobre prato



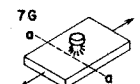
Reforço Transversal



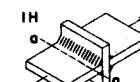
Cordões Longitudinais



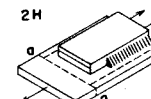
Cordões Contínuos  
Submetidos ao cisalhamento



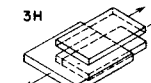
Pregos



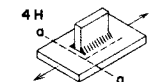
em Cruz  
Com cordões submetidos  
à fadiga.



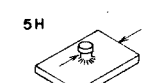
Dupla chapa  
solicitação em a-a



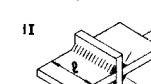
Cobrejunta dupla  
Com cordões longitudinais



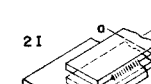
Como o 5G  
Cordões longitudinais



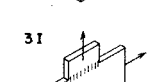
Ancoragem



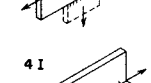
em Cruz  
Cordões submetidos à fadiga.



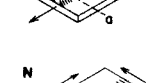
cobrejunta dupla.



Expansões laterais  
Sem concordâncias



em T  
Cordões intervalados



Como M



de Tope submetidas à corte  
1ª e 2ª classe.





# índice

## 1 – CONVERSÃO DE UNIDADES

Abreviaturas e símbolos de unidades . . . . .	1 - 01
Fatores de conversão . . . . .	1 - 03
Unidades norte-americanas . . . . .	1 - 06
Conversão de unidades . . . . .	1 - 07
Conversão de polegadas em milímetros . . . . .	1 - 09
Conversão de milímetros em pés e polegadas . . . . .	1 - 13
Conversão de decimais de polegadas em milímetros . . . . .	1 - 16
Conversão de quilogramas em libras (av.) . . . . .	1 - 18
Conversão de libras (av.) em quilogramas . . . . .	1 - 19
Conversão de quilogramas por centímetro quadrado em libras por polegada quadrada . . . . .	1 - 28
Conversão de BTU por libra em quilocalorias por quilograma . . . . .	1 - 28
Conversão de temperaturas . . . . .	1 - 29

## 2 – MATEMÁTICA

Potências, raízes, logaritmos, comprimentos e áreas de circunferência . . . . .	2 - 01
Potências e raízes . . . . .	2 - 11
Fatores e números primos . . . . .	2 - 12
Trigonometria plana . . . . .	2 - 15
Tabelas trigonométricas . . . . .	2 - 17
Relações entre os elementos do triângulo . . . . .	2 - 27
Proposições geométricas . . . . .	2 - 29
Construções geométricas . . . . .	2 - 32

Funções hiperbólicas .....	2 - 33
Logaritmos .....	2 - 34
Antilogaritmos .....	2 - 35
Alfabeto grego .....	2 - 36
Algarismos romanos .....	2 - 36
Valores de algumas constantes .....	2 - 37
Aritmética .....	2 - 38
Álgebra .....	2 - 39
Geometria analítica .....	2 - 43
Cálculo de área por integração gráfica .....	2 - 44
Área de figuras planas .....	2 - 45
Superfície e volume dos sólidos .....	2 - 47
SI - Sistema internacional de medidas .....	2 - 48
Geometria descritiva .....	2 - 50
Relações entre os elementos do círculo .....	2 - 52
Divisão da circunferência .....	2 - 53
Conversão de graus em radiano .....	2 - 55

### 3 – TECNOLOGIA

Cinemática .....	3 - 01
Dinâmica .....	3 - 02
Velocidade angular em função da rpm .....	3 - 05
Movimento circular – gráficos .....	3 - 06
Estática .....	3 - 07
Baricentro da área e do perímetro .....	3 - 10
Baricentro de linhas, superfícies e sólidos .....	3 - 11
Condições de equilíbrio .....	3 - 13
Reações de apoio .....	3 - 14

Resistência dos materiais .....	3 - 15
Momento de inércia .....	3 - 18
Momento de inércia, raio de giração, módulo de flexão .....	3 - 19
Vigas fletidas .....	3 - 23
Vigas Gerber .....	3 - 26a
Pórticos e quadros .....	3 - 27
Exemplos .....	3 - 30
Mecânica aplicada .....	3 - 31
Areometria .....	3 - 34
Peso específico .....	3 - 35
Hidrostática .....	3 - 36
Hidrodinâmica .....	3 - 37
Perda de carga em encanamentos .....	3 - 38
Escoamento de líquidos .....	3 - 40
Resistência do meio .....	3 - 44
Termologia .....	3 - 45
Gases .....	3 - 47
Termodinâmica .....	3 - 51
Vapor saturado .....	3 - 53
Vapor superaquecido .....	3 - 55
Máquinas à vapor .....	3 - 56
Refrigeração .....	3 - 57
Química .....	3 - 59
Classificação periódica dos elementos .....	3 - 61
Elettricidade .....	3 - 62
Instalações elétricas .....	3 - 65
Instalações prediais de luz e força .....	3 - 66
Representação esquemática dos circuitos elétricos .....	3 - 67
Motores .....	3 - 68

Iluminação .....	3 - 69
Acústica .....	3 - 73
Dureza .....	3 - 75
Materiais para construções mecânicas .....	3 - 77
Marcas equivalentes de aço .....	3 - 82
Cobre e bronze .....	3 - 83
Latão e alpaca .....	3 - 85
Metais patentes e materiais plásticos .....	3 - 86
Lubrificação industrial .....	3 - 87
Lubrificação de motores .....	3 - 92
Lubrificação de mancais .....	3 - 93
Manutenção e lubrificação de mancais de rolamentos .....	3 - 96
Lubrificação das engrenagens .....	3 - 97
Ação do lubrificante .....	3 - 100
Bombas de óleo .....	3 - 101
Motores .....	3 - 102
Refrigeração .....	3 - 106
Compressores .....	3 - 111
Estatística .....	3 - 114
Medidas físicas e teoria dos erros .....	3 - 117
Instrumentos de medição .....	3 - 119
Tolerâncias e ajustes .....	3 - 128
Acoplamentos recomendados ISO .....	3 - 132
Números normalizados .....	3 - 133
PERT — CPM e cronograma .....	3 - 134

#### 4 — ELEMENTOS DE MÁQUINAS

Normas da ABNT .....	4 - 01
----------------------	--------

Roscas "Unified and American Standard" .....	4 - 06
Rosca normal NC (UNC) .....	4 - 07
Rosca fina NF (UNF) e rosca extra fina NEF (UNEF) .....	4 - 08
Roscas das séries 8—12—16 .....	4 - 09
Rosca métrica ISO .....	4 - 10
Rosca Whitworth normal .....	4 - 11
Rosca Whitworth com folga nos vértices .....	4 - 12
Rosca Whitworth série fina .....	4 - 13
Rosca Edison .....	4 - 14
Rosca trapezoidal (métrica) .....	4 - 15
Rosca dente-de-serra (métrica) .....	4 - 16
Rosca Acme e rosca dente-de-serra .....	4 - 17
Roscas para tubos .....	4 - 18
Rosca Whitworth gás .....	4 - 19
Terminologia de parafusos, porcas e acessórios .....	4 - 20
Parafusos de cabeça sextavada .....	4 - 22
Parafusos diversos .....	4 - 24
Parafusos com sextavado interno .....	4 - 25
Chumbadores .....	4 - 27
Parafusos (norma americana) .....	4 - 28
Parafusos, porcas e arruelas (norma americana) .....	4 - 29
Parafusos para madeira, pregos e balmazes .....	4 - 30
Porcas sextavadas .....	4 - 31
Porcas, arruelas e contrapinos .....	4 - 32
Arruelas .....	4 - 33
Comprimentos de aperto dos parafusos .....	4 - 35
Pinos .....	4 - 37
Conicidade e inclinação .....	4 - 38
Rebites .....	4 - 39



Unões de eixos com cubo .....	4 - 40
Chavetas inclinadas com ou sem cabeça .....	4 - 42
Chavetas paralelas retangulares ou quadradas .....	4 - 43
Proporções do Homem .....	4 - 45
Esforços nos comandos .....	4 - 46
Alavancas .....	4 - 47
Volantes de mão .....	4 - 48
Escala do volante .....	4 - 49
Manivelas .....	4 - 50
Manípulos .....	4 - 51
Telas de arame para peneiras .....	4 - 52
Bitolas de fios, barras, tubos e chapas .....	4 - 53
Fios e arames .....	4 - 55
Chapas de aço .....	4 - 56
Barras de aço redondas .....	4 - 58
Pesos das barras de aço .....	4 - 59
Tarugos e buchas de bronze .....	4 - 60
Barras de latão .....	4 - 61

## **TUBULAÇÕES INDUSTRIAIS**

Tubos de aço (DIN) .....	4 - 62
Flanges (DIN) .....	4 - 63
Tubos de aço (ASA) .....	4 - 64
Flanges (padrão americano) .....	4 - 66
Acessórios para tubos (padrão americano) .....	4 - 67
Tubos de ferro .....	4 - 70
Tubos de latão .....	4 - 71
Tubos de cobre .....	4 - 72
Tubos de alumínio .....	4 - 73
Tubos de chumbo .....	4 - 74
Tubos de PVC (junta soldada) .....	4 - 75
Mangueiras de borracha .....	4 - 76

Símbolos Convencionais P/ Tubulações Industriais .....	4 - 77
Sistemas hidráulicos .....	4 - 80
Cilindros pneumáticos ou hidráulicos .....	4 - 87
Cilindros pneumáticos de ação dupla .....	4 - 88
Bombas centrífugas .....	4 - 89
Ventiladores centrífugos .....	4 - 90
Instalações típicas de filtros .....	4 - 91
Separador e classificador .....	4 - 92
Separadores ciclones .....	4 - 93

## **CONSTRUÇÕES METÁLICAS**

Perfis estruturais .....	4 - 94
Acoplamentos de perfis .....	4 - 94a
Perfis T e cantoneiras c/abas desiguais .....	4 - 94b
Cantoneiras c/abas desiguais .....	4 - 95
Cantoneiras de abas iguais .....	4 - 96
Carga admissível à flambagem .....	4 - 97
Vigas "I" .....	4 - 98
Vigas "U" .....	4 - 99
Cantoneiras de abas iguais (padrão americano) .....	4 - 100
Cantoneiras de abas desiguais (padrão americano) .....	4 - 101
Vigas "I" e "H" (padrão americano) .....	4 - 102
Vigas "U" (padrão americano) .....	4 - 103
Perfil "H" soldado .....	4 - 104
Cantoneiras perfuradas .....	4 - 105
Trilhos .....	4 - 107
Diagrama Cremoniano .....	4 - 108
Marquise (I) e Marquise (II) .....	4 - 110
Marquise (III) .....	4 - 111
Tesoura com pendural, duas escoras e tirante horizontal .....	4 - 112
Tesoura "Polenceau" com tirante levantado .....	4 - 113

Tesoura com dois pendurais, quatro escoras e tirante horizontal .....	4 - 114
Tesoura com dois pendurais, duas escoras e tirante horizontal .....	4 - 115
Tesoura "Polenceau" com tirante horizontal .....	4 - 116
Tesoura alemã .....	4 - 117
Tesoura com um pendural, duas escoras e tirante levantado .....	4 - 118
Tesoura com três pendurais, duas escoras e tirante horizontal .....	4 - 119
Tesoura tipo "Shed" (I) .....	4 - 120
Tesoura tipo "Shed" (II) .....	4 - 121

## APARELHOS DE LEVANTAMENTO E TRANSPORTES

Guindaste (I) .....	4 - 122
Guindaste (II) .....	4 - 123
Guindaste com trole (I) .....	4 - 124
Guindaste com trole (II) .....	4 - 125
Carrinho guindaste .....	4 - 126
Guindaste com trole (III) .....	4 - 126
Guindaste de coluna sem contrapeso .....	4 - 127
Principais aparelhos de elevação .....	4 - 128
Ganchos .....	4 - 129
Talhas .....	4 - 131
Ponte rolante e carros trole .....	4 - 132
Pontes rolantes .....	4 - 133
Guindaste de parede .....	4 - 134
Guindaste e empilhadeira .....	4 - 135
Guinchos .....	4 - 136
Tambores de sarilho .....	4 - 137
Garras .....	4 - 138

Caçamba de draga .....	4 - 139
Fixação de cabos de aço e de correntes .....	4 - 140
Cabos de aço .....	4 - 141
Correntes de elos .....	4 - 144
Polias para correntes de elos .....	4 - 145

## TRANSMISSÕES MECÂNICAS

Correntes de precisão de rolos .....	4 - 146
Correntes de rolos .....	4 - 148
Carga nos mancais .....	4 - 149
Polias e correias V e Sincronizadoras .....	4 - 150
Correias V (série industrial) .....	4 - 151
Capacidade em HP por correia .....	4 - 152
Correias V (série fracional) .....	4 - 153
Âbaco para polias .....	4 - 154
Variadores de velocidade .....	4 - 155
Correias planas .....	4 - 156
Capacidade máxima das correias planas .....	4 - 157
Catracas .....	4 - 159
Rodas de atrito .....	4 - 161
Juntas e acoplamentos .....	4 - 163
Comando de engate dos acoplamentos .....	4 - 166
Freios .....	4 - 167
Prensa excêntrica .....	4 - 171
Diametral Pitch e módulo .....	4 - 172
Engrenagens cilíndricas de dentes retos .....	4 - 173
Engrenagens cilíndricas de dentes inclinados ou helicoidais ..	4 - 175
Reações de apoios ou carga nos mancais .....	4 - 176
Engrenagens cônicas .....	4 - 177
Reações dos apoios ou carga nos mancais .....	4 - 178
Coroa e rosca sem fim .....	4 - 179

Redutores de velocidade .....	4 - 181
Regras de projetos .....	4 - 185
Reforços e arredondamentos .....	4 - 187
Regras de projetos para peças fundidas .....	4 - 189
Regras de projetos para peças usinadas .....	4 - 192
Regras gerais de projeto .....	4 - 197

## **ROLAMENTOS**

Vida nominal dos rolamentos .....	4 - 201
Rolamentos .....	4 - 202
Rolamentos radiais .....	4 - 202
Rolamentos axiais .....	4 - 206
Tolerâncias para eixos .....	4 - 208
Tolerâncias para caixas .....	4 - 209
Anéis elásticos .....	4 - 210
Engraxadeiras .....	4 - 212

## **MOLAS**

Molas .....	4 - 214
Molas helicoidais .....	4 - 215
Molas de prato e de borracha .....	4 - 217
Molas de plastiprene .....	4 - 218

## **5 – REBITES E REBITAGENS**

Rebites e Rebitagens .....	5 - 01
Cálculo dos Rebites .....	5 - 02
Juntas Rebitadas .....	5 - 06

## **6 – SOLDAS E SOLDAGENS**

— Submetidas à carga estática .....	6 - 01
— Submetidas à cargas dinâmicas (fadiga) .....	6 - 06
Recipientes e Tubos .....	6 - 07
Juntas Soldadas .....	6 - 04

# índice alfabetico

## A

Abreviaturas e símbolos de unidades .....	1 - 01
Ação do lubrificante .....	3 - 100
Acessórios para tubos (padrão americano) .....	4 - 67
Acoplamentos de perfís .....	4 - 94a
Acoplamentos recomendados ISO .....	3 - 132
Acústica .....	3 - 73
Alavancas .....	4 - 47
Alfabeto grego .....	2 - 36
Algarismos romanos .....	2 - 36
Álgebra .....	2 - 39
Anéis elásticos .....	4 - 210
Antilogarítmos .....	2 - 35
Área de figuras planas .....	2 - 45

Areometria .....	3 - 34
Aritmética .....	2 - 38
Arruelas .....	4 - 33

## B

Baricentro da área e do perímetro .....	3 - 10
Baricentro de linhas, superfícies e sólidos .....	3 - 11
Barras de aço redondas .....	4 - 58
Barras de latão .....	4 - 61
Bitolas de fios, barras, tubos e chapas .....	4 - 53
Bombas centrífugas .....	4 - 89
Bombas de óleo .....	3 - 101

## C

Cabos de aço .....	4 - 141
Caçamba de draga .....	4 - 139
Cálculo de área por integração gráfica .....	2 - 44
Cantoneiras c/abas desiguais ou em L .....	4 - 94b
Cantoneiras de abas desiguais .....	4 - 95
Cantoneiras de abas desiguais (padrão americano) .....	4 - 101
Cantoneiras de abas iguais .....	4 - 96
Cantoneiras de abas iguais (adrão americano) .....	4 - 100
Cantoneiras perfuradas .....	4 - 105
Capacidade em HP por correia .....	4 - 152
Capacidade máxima das correias planas .....	4 - 157
Carga admissível à flambagem .....	4 - 97
Carga nos mancais .....	4 - 149
Carrinho guindaste .....	4 - 126
Catracas .....	4 - 159
Chapas de aço .....	4 - 56
Chavetas inclinadas com ou sem cabeça .....	4 - 42

Chavetas (norma americana) .....	4 - 44
Chavetas paralelas retangulares ou quadradas .....	4 - 43
Chumbadores .....	4 - 27
Cilindros pneumáticos de ação dupla .....	4 - 88
Cilindros pneumáticos ou hidráulicos .....	4 - 87
Cinemática .....	3 - 01
Classificação periódica dos elementos .....	3 - 61
Cobre e bronze .....	3 - 83
Comando de engate dos acoplamentos .....	4 - 166
Compressores .....	3 - 111
Comprimentos de aperto dos parafusos .....	4 - 35
Condições de equilíbrio .....	3 - 13
Conicidade e inclinação .....	4 - 38
Construções geométricas .....	2 - 32
Conversão de BTU por libra em quilocalorias	
por quilograma .....	1 - 28
Conversão de decimais de polegadas em milímetros .....	1 - 16
Conversão de graus em radiano .....	2 - 55
Conversão da velocidade angular $\omega$ em rpm .....	3 - 05
Conversão de libras (av.) em quilogramas .....	1 - 19
Conversão de milímetros em pés e polegadas .....	1 - 13
Conversão de polegadas em milímetros .....	1 - 09
Conversão de quilogramas em libras (av.) .....	1 - 18
Conversão de quilogramas por centímetro quadrado	
em linhas por polegada quadrada .....	1 - 28
Conversão de temperaturas .....	1 - 29
Conversão de unidades .....	1 - 07
Coroa e rosca sem fim .....	4 - 179
Correias planas .....	4 - 156
Correias V e sincronizadoras .....	4 - 150
Correias V (série fracional) .....	4 - 153

Correias V (série industrial) .....	4 - 151
Correntes de elos .....	4 - 144
Correntes de precisão de rolos .....	4 - 146
Correntes de rolos .....	4 - 148

## D

Diagrama Cremoniano .....	4 - 108
Diametral Pitch e módulo .....	4 - 172
Dinâmica .....	3 - 02
Divisão da circunferência .....	2 - 53
Dureza .....	3 - 75

## E

Eletricidade .....	3 - 62
Engraxadeiras .....	4 - 212
Engrenagens cilíndricas de dentes inclinados ou helicoidais .....	4 - 175
Engrenagens cilíndricas de dentes retos .....	4 - 173
Engrenagens cônicas .....	4 - 177
Escala do volante .....	4 - 49
Escoamento de líquidos .....	3 - 40
Esforços nos comandos .....	4 - 46
Estática .....	3 - 07
Estatística .....	3 - 114
Exemplos .....	3 - 30

## F

Fatores de conversão .....	1 - 03
Fatores e números primos .....	2 - 12
Fios e arames .....	4 - 55
Fixação de cabos de aço e de correntes .....	4 - 140
Flanges (padrão americano) .....	4 - 66

Freios .....	4 - 167
Funções hiperbólicas .....	2 - 33

## G

Ganchos .....	4 - 129
Garras .....	4 - 138
Gases .....	3 - 47
Geometria analítica .....	2 - 43
Geometria descritiva .....	2 - 50
Guinchos .....	4 - 136
Guindaste (I) .....	4 - 122
Guindaste (II) .....	4 - 123
Guindaste com trole (I) .....	4 - 124
Guindaste com trole (II) .....	4 - 125
Guindaste com trole (III) .....	4 - 126
Guindaste de coluna sem contrapeso .....	4 - 127
Guindaste de parede .....	4 - 134
Guindaste e empilhadeira .....	4 - 135

## H

Hidrodinâmica .....	3 - 37
Hidrostática .....	3 - 36

## I

Iluminação .....	3 - 69
------------------	--------

## INSTALAÇÕES:

— elétricas .....	3 - 65
— prediais de luz e força .....	3 - 66
— típicas de filtros .....	4 - 91
— típica de ar comprimido .....	7 - 136*

— de ar comprimido para uso industrial . . . . .	7 - 137*
— para refrigeração de salmoura . . . . .	7 - 140*
— de água quente . . . . .	7 - 141*

\* Vide Pront. do Des. Máq.

Instrumentos de medição . . . . .	3 - 119
-----------------------------------	---------

## J

Juntas e acoplamentos . . . . .	4 - 163
---------------------------------	---------

## L

Latão e alpaca . . . . .	3 - 85
Logarítmos . . . . .	2 - 34
Lubrificação das engrenagens . . . . .	3 - 97
Lubrificação de mancais . . . . .	3 - 93
Lubrificação de motores . . . . .	3 - 92
Lubrificação industrial . . . . .	3 - 87

## M

Mangueiras de borrachas . . . . .	4 - 76
Manípulos . . . . .	4 - 51
Manivelas . . . . .	4 - 50
Manutenção e lubrificação de mancais de rolamentos . . . . .	3 - 96
Máquinas à vapor . . . . .	3 - 56
Marcas equivalentes de aço . . . . .	3 - 82
Marquise (I) e Marquise (II) . . . . .	4 - 110
Marquise (III) . . . . .	4 - 111
Materiais para construções mecânicas . . . . .	3 - 77
Mecânica aplicada . . . . .	3 - 31
Medidas físicas e teoria dos erros . . . . .	3 - 117
Metais patentes e materiais plásticos . . . . .	3 - 86
Molas . . . . .	4 - 214

Molas de plastiprene . . . . .	4 - 218
Molas prato e de borracha . . . . .	4 - 217
Molas helicoidais . . . . .	4 - 215
Momento de inércia . . . . .	3 - 18
Momento de inércia, raio de giração, módulo de flexão . . . . .	3 - 19
Movimento circular — gráficos . . . . .	3 - 06
Motores . . . . .	3 - 68
Motores . . . . .	3 - 102

## N

Normas da ABNT . . . . .	4 - 01
Números normalizados . . . . .	3 - 133

## P

Parafusos com sextavado interno . . . . .	4 - 25
Parafusos de cabeça sextavada . . . . .	4 - 22
Parafusos diversos . . . . .	4 - 24
Parafusos (norma americana) . . . . .	4 - 28
Parafusos para madeira, pregos e balmazes . . . . .	4 - 30
Parafusos, porcas e arruelas (norma americana) . . . . .	4 - 29
Perda de carga em encanamentos . . . . .	3 - 38
Perfis estruturais . . . . .	4 - 94
Perfil em T c/abas desiguais ou base larga . . . . .	4 - 94b
Perfil em T c/abas iguais ou base estreita . . . . .	4 - 94b
Perfil "H" soldado . . . . .	4 - 104
PERT — CPM e cronograma . . . . .	3 - 134
Pesos das barras de aço . . . . .	4 - 59
Peso específico . . . . .	3 - 35
Pinos . . . . .	4 - 37
Polias . . . . .	4 - 150
Polias para correntes de elos . . . . .	4 - 145

Pontes rolantes .....	4 - 133
Ponte rolante e carros trole .....	4 - 132
Porcas, arruelas e contrapinos .....	4 - 32
Porcas sextavadas .....	4 - 31
Pórticos e quadros .....	3 - 37
Potências e raízes .....	2 - 11
Potências, raízes, logarítmos comprimentos e áreas de circunferência .....	2 - 01
Prensa excêntrica .....	4 - 171
Principais aparelhos de elevação .....	4 - 128
Proporções do Homem .....	4 - 45
Proposições geométricas .....	2 - 29

## Q

Química .....	3 - 59
---------------	--------

## R

Reações de apoio .....	3 - 14
Reações de apoios ou carga nos mancais .....	4 - 176
Reações dos apoios ou carga nos mancais .....	4 - 178
Rebites .....	4 - 39
Rebites e Rebitagens .....	5 - 01
Recipientes e Tubos .....	6 - 04
Redutores de velocidade .....	4 - 181
Reforços e arredondamentos .....	4 - 187
Refrigeração .....	3 - 57
Refrigeração .....	3 - 106
Regras de projetos para peças fundidas .....	4 - 189

## S

Regras de projetos para peças usinadas .....	4 - 192
Regras gerais de projetos .....	4 - 197
Relações entre os elementos do círculo .....	2 - 52
Relações entre os elementos do triângulo .....	2 - 27
Representação esquemática dos circuitos elétricos .....	3 - 67
Resistência do meio .....	3 - 44
Resistência dos materiais .....	3 - 15
Rodas de atrito .....	4 - 161
Rolamentos .....	4 - 202
Rolamentos axiais .....	4 - 206
Rolamentos radiais .....	4 - 202
Rosca Acme e rosca dente-de-serra .....	4 - 17
Rosca dente-de-serra (métrica) .....	4 - 16
Rosca Edison .....	4 - 14
Rosca fina NF (UNF) e rosca extra fina NEF (UNEF) ....	4 - 08
Rosca métrica ISO .....	4 - 10
Rosca normal NC (UNC) .....	4 - 07
Roscas das séries 8-12-16 .....	4 - 09
Roscas para tubos .....	4 - 18
Rosca trapezoidal (métrica) .....	4 - 15
Roscas "Unified and American Standard" .....	4 - 06
Rosca Whitworth com folga nos vértices .....	4 - 12
Rosca Whitworth gás .....	4 - 19
Rosca Whitworth normal .....	4 - 11
Rosca Whitworth série fina .....	4 - 13
Separador e classificador .....	4 - 92
Separadores ciclones .....	4 - 93



Símbolos convencionais para Tubulações Industriais . . . . .	4 - 77
Sistemas hidráulicos . . . . .	4 - 80
SI - Sistema Internacional de medidas . . . . .	2 - 48
Soldas e Soldagens	
— Submetidas à carga estática . . . . .	6 - 01
— Submetidas à cargas dinâmicas (fadiga) . . . . .	6 - 06
Superfície e volume dos sólidos . . . . .	2 - 47

## T

Tabelas trigonométricas . . . . .	2 - 17
Talhas . . . . .	4 - 131
Tambores de sarilho . . . . .	4 - 60
Telas de arame para peneiras . . . . .	4 - 52
Terminologia de parafusos, porcas e acessórios . . . . .	4 - 20
Termodinâmica . . . . .	3 - 51
Termologia . . . . .	3 - 45
Tesoura com dois pendurais, duas escoras e tirante horizontal . . . . .	4 - 115
Tesoura com dois pendurais, quatro escoras e tirante horizontal . . . . .	4 - 114
Tesoura com três pendurais e com um pendural . . . . .	4 - 119
Tesoura com um pendural, duas escoras e tirante horizontal . . . . .	4 - 112
Tesoura com um pendural, duas escoras e tirante levantado . . . . .	4 - 118
Tesoura "Polenceau" com tirante horizontal . . . . .	4 - 116
Tesoura "Polenceau" com tirante levantado . . . . .	4 - 113
Tesoura tipo "Shed" (I) . . . . .	4 - 120
Tesoura tipo "Shed" (II) . . . . .	4 - 121
Tolerâncias e ajustes . . . . .	3 - 128
Tolerâncias para caixas . . . . .	4 - 209

Tolerâncias para eixos . . . . .	4 - 208
Trigonometria plana . . . . .	2 - 15
Trilhos . . . . .	4 - 107
Tubos de aço (ASA) . . . . .	4 - 64
Tubos de aço (DIN) . . . . .	4 - 62
Tubos de alumínio . . . . .	4 - 73
Tubos de chumbo . . . . .	4 - 74
Tubos de cobre . . . . .	4 - 72
Tubos de ferro . . . . .	4 - 70
Tubos de latão . . . . .	4 - 71
Tubos de PVC (junta soldada) . . . . .	4 - 75

## U

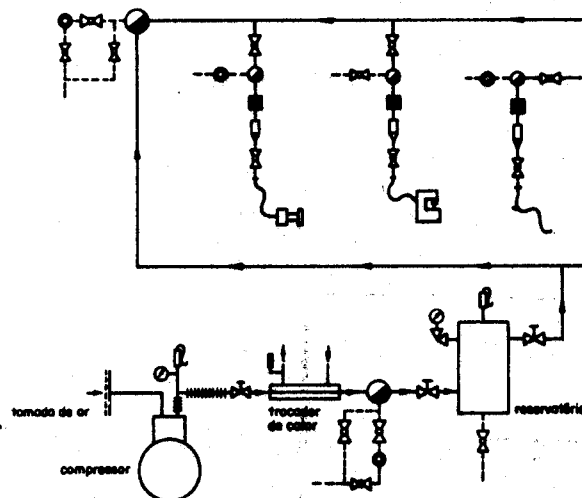
Unões de eixos com cubo . . . . .	4 - 40
Unidades norte-americanas . . . . .	1 - 06

## V

Valores de algumas constantes . . . . .	2 - 37
Vapor saturado . . . . .	3 - 53
Vapor superaquecido . . . . .	3 - 55
Variadores de velocidade . . . . .	4 - 155
Velocidade angular em função da rpm . . . . .	3 - 05
Ventiladores centrífugos . . . . .	4 - 90
Vida nominal dos rolamentos . . . . .	4 - 201
Vigas fletidas . . . . .	3 - 23
Vigas Gerber . . . . .	3 - 26a
Vigas "I" . . . . .	4 - 98
Vigas "I" e "H" (padrão americano) . . . . .	4 - 102
Vigas "U" . . . . .	4 - 99
Vigas "U" (padrão americano) . . . . .	4 - 103
Volantes de mão . . . . .	4 - 48

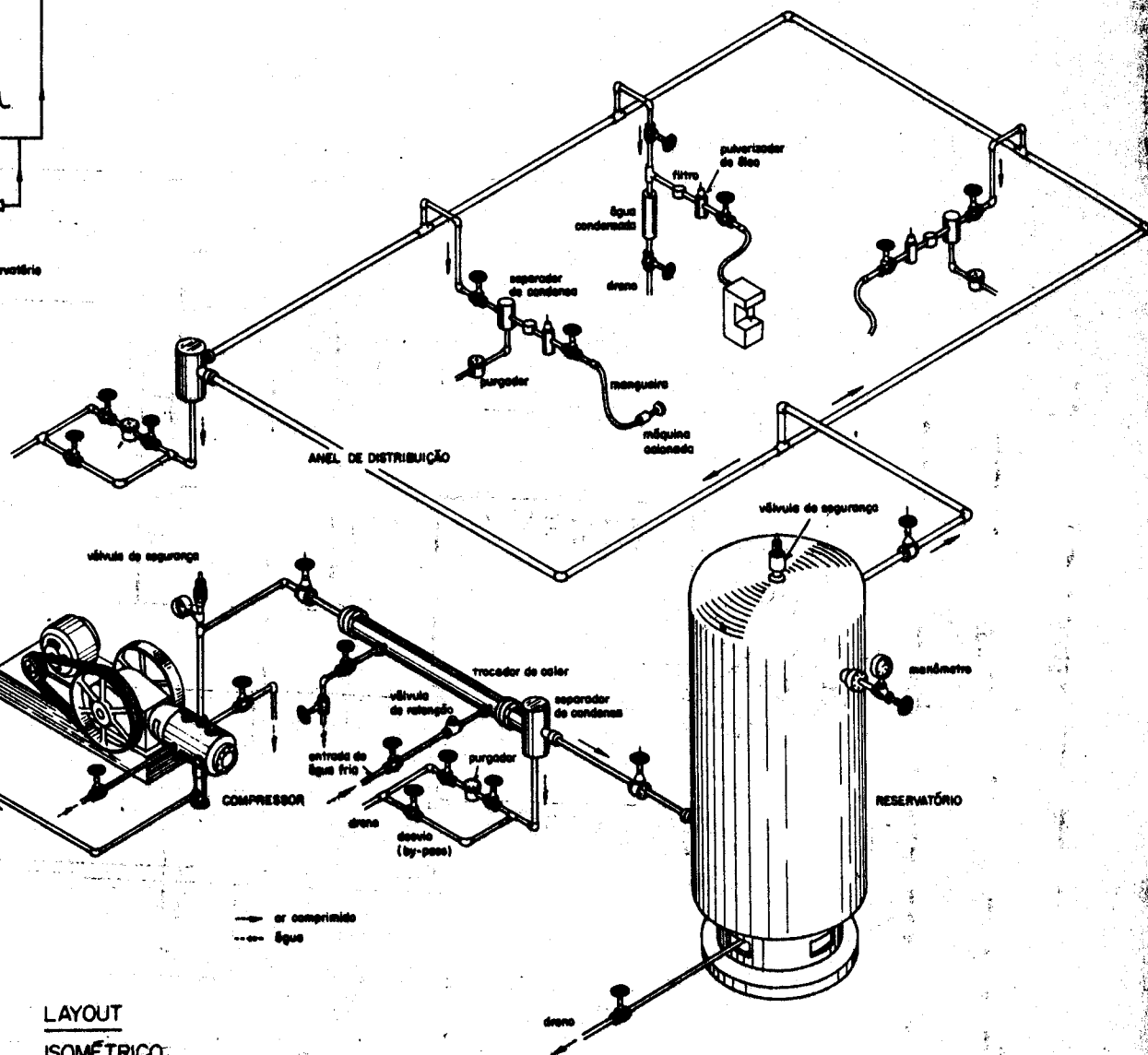
# INSTALAÇÃO TÍPICA DE AR COMPRIMIDO

## ESQUEMA



## LEGENDA

- registro de gaveta
- registro globo
- registro angular
- separador de condensos
- válvula de segurança
- termômetro
- purgador
- manômetro
- filtro
- pulverizador de óleo
- tubulação com aletas
- tubulação de ar comprimido
- tubulação de água condensada



## LAYOUT ISOMÉTRICO

# INSTALAÇÃO DE AR COMPRIMIDO PARA USO INDUSTRIAL

